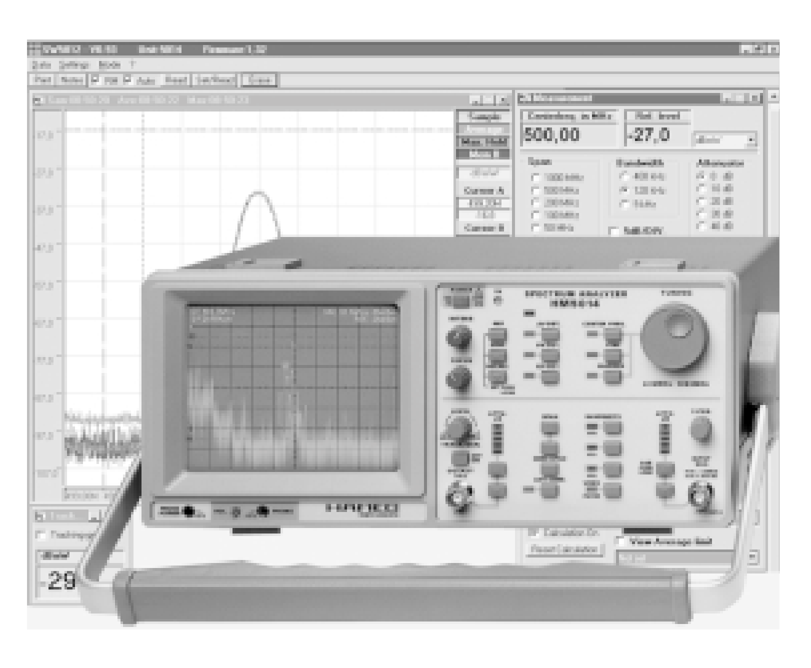
FRANÇAIS



Analyseur de spectre HM5012/14

Logiciel SW5012



MANUAL•HANDBUCH•MANUEL

Analyseur de spectre HM5012/HM5014

St.04mai99/bout/schrö/gor

Sous réserve de modifications

Logiciel SW5012

Information générale concernant le marquage CE

Les instruments HAMEG répondent aux normes de la directive CEM. Le test de conformité fait par HAMEG répond aux normes génériques actuelles et aux normes des produits. Lorsque différentes valeurs limites sont applicables, HAMEG applique la norme la plus sévère. Pour l'émission, les limites concernant l'environnement domestique, commercial et industriel léger sont respectées. Pour l'immunité, les limites concernant l'environnement industriel sont respectées.
Les liaisons de mesures et de données de l'appareil ont une grande influence sur l'émission et l'immunité, et donc sur les limites acceptables. Pour différentes applications, les câbles de mesures et les câbles de données peuvent être différents. Lors des mesures, les précautions suivantes concernant émission et immunité doivent être observées.

1. Câbles de données
   La connexion entre les instruments, leurs interfaces et les appareils externes (PC, imprimantes, etc...) doit être réalisée avec des câbles suffisamment blindés. Sauf indication contraire, la longueur maximum d'un câble de données est de 3m. Lorsqu'une interface dispose de plusieurs connecteurs, un seul connecteur doit être branché.
   Les interconnexions doivent avoir au moins un double blindage. En IEEE-488, les câbles HAMEG HZ72 qui possèdent un double blindage répondent à cette nécessité.

2. Câbles de signaux
   Les cordons de mesure entre point de test et appareil doivent être aussi courts que possible. Sauf indication contraire, la longueur maximum d'un câble de mesure est de 3m.
   Les câbles de signaux doivent être blindés (câble coaxial - RG58/U). Une bonne liaison de masse est nécessaire. En liaison avec des générateurs de signaux, il faut utiliser des câbles à double blindage (RG223/U, RG214/U)

3. Influence sur les instruments de mesure
   Même en prenant les plus grandes précautions, un champ électrique ou magnétique haute fréquence de niveau élevé a une influence sur les appareils, sans toutefois endommager l'appareil ou arrêter son fonctionnement. Dans ces conditions extrêmes, seuls de légers écarts par rapport aux caractéristiques de l'appareil peuvent être observés.

Janvier 1999
HAMEG GmbH

KONFORMITÄTSERKLÄRUNG
DECLARATION OF CONFORMITY
DECLARATION DE CONFORMITE



Name und Adresse des Herstellers **Manufacturer´s name and address** **Nom et adresse du fabricant**	**HAMEG GmbH** **Kelsterbacherstraße 15-19** **D - 60528 Frankfurt** **HAMEG S.a.r.l.** **5, av de la République** **F - 94800 Villejuif**

Die HAMEG GmbH / HAMEG S.a.r.l bescheinigt die Konformität für das Produkt
The HAMEG GmbH / HAMEG S.a.r.l herewith declares conformity of the product
HAMEG GmbH / HAMEG S.a.r.l déclare la conformite du produit

Bezeichnung / Product name / Designation:	**Spektrum-Analysator/Spectrum Analyzer/Analyseur de spectre**
Typ / Type / Type:	**HM5012/ 5014**
mit / with / avec:	**-**
Optionen / Options / Options:	**-**

mit den folgenden Bestimmungen / with applicable regulations / avec les directives suivantes

EMV Richtlinie 89/336/EWG ergänzt durch 91/263/EWG, 92/31/EWG
EMC Directive 89/336/EEC amended by 91/263/EWG, 92/31/EEC
Directive EMC 89/336/CEE amendée par 91/263/EWG, 92/31/CEE

Niederspannungsrichtlinie 73/23/EWG ergänzt durch 93/68/EWG
Low-Voltage Equipment Directive 73/23/EEC amended by 93/68/EEC
Directive des equipements basse tension 73/23/CEE amendée par 93/68/CEE

Angewendete harmonisierte Normen / Harmonized standards applied / Normes harmonisées utilisées

Sicherheit / Safety / Sécurité

EN 61010-1: 1993 / IEC (CEI) 1010-1: 1990 A 1: 1992 / VDE 0411: 1994
EN 61010-1/A2: 1995 / IEC 1010-1/A2: 1995 / VDE 0411 Teil 1/A1: 1996-05
Überspannungskategorie / Overvoltage category / Catégorie de surtension: II
Verschmutzungsgrad / Degree of pollution / Degré de pollution: 2

Elektromagnetische Verträglichkeit / Electromagnetic compatibility /
Compatibilité électromagnétique

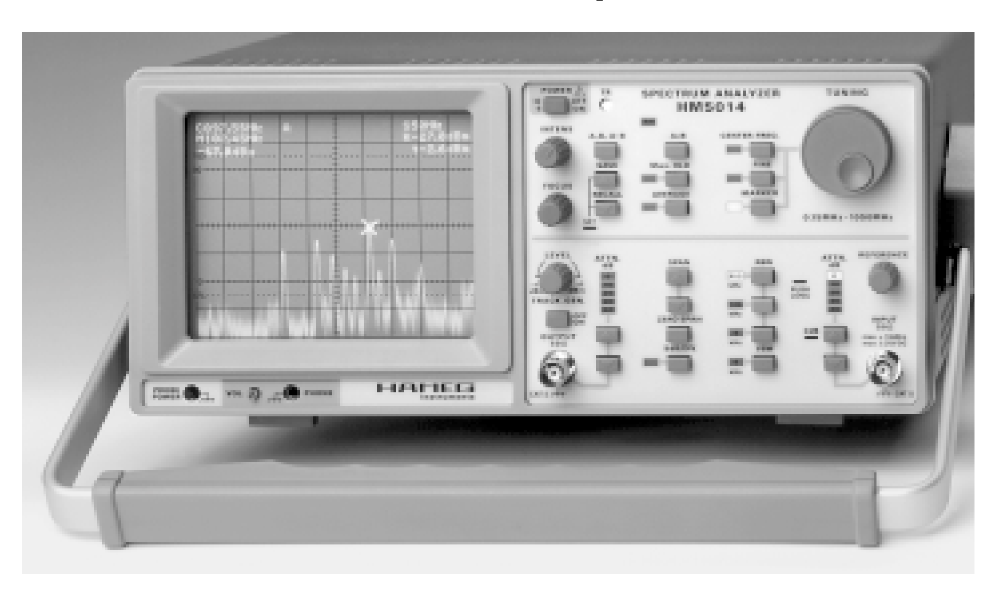
EN 61326-1/A1
Störaussendung / Radiation / Emission: Tabelle / table / tableau 4; Klasse / Class / Classe B.
Störfestigkeit / Immunity / Imunitee: Tabelle / table / tableau A1.

EN 61000-3-2/A14
Oberschwingungsströme / Harmonic current emissions / Émissions de courant harmonique: Klasse / Class / Classe D.

EN 61000-3-3
Spannungsschwankungen u. Flicker / Voltage fluctuations and flicker /
Fluctuations de tension et du flicker.

Datum /Date /Date	**Unterschrift / Signature /Signatur**
15.01.2001	**E. Baumgartner** **Technical Manager** **Directeur Technique**

HM5012 & HM5014, les analyseurs de spectre pour mesures CEM



- Gamme de fréquence de 150kHz à 1050MHz
- Niveau d'entrée de -100dBm à +13dBm (7dBµV à 120dBµV), dynamique de 80dBm
- Largeur de bande de résolution : 9kHz, 120kHz, 400kHz
- Intermodulation : 75dB
- Sauvegarde de configurations

Caractéristiques techniques

Les nouveaux analyseurs de spectre HM5012 et HM5014 sont basés pour l'essentiel sur les caractéristiques HF des HM5010 et HM5011. La gamme de fréquence utilisable est comprise entre 150kHz et 1GHz. Les largeurs de bande de résolution sont les suivantes : 9kHz, 120kHz et 400kHz. L'ensemble des commandes est réalisé par microcontrôleur, le signal est numérisé et visualisé à l'écran en temps réel, la mémoire écran est de 4k. L'écran peut également afficher un signal avec toutes ses composantes en fréquence ainsi que les résultats du curseur.

Les larges possibilités de mesures CEM sont l'un des points forts de ces analyseurs de spectre. On remarque en particulier les mesures d'amplitude crête et le mode moyennage. Les mesures précises sur le signal peuvent être réalisées par un curseur avec affichage de l'amplitude et de la fréquence sur l'écran.

De plus le dernier signal acquis peut être comparé à un signal de référence. Les configurations particulières ou répétitives peuvent être sauvegardées et rappelées par les touches "Save" et "Recall".

HM5014

Le modèle HM5014 est équipé d’un générateur suiveur qui permet d’évaluer la réponse en fréquence d’un quadripôle tel qu’un filtre.

L’interface

Les analyseurs de spectre sont équipés en standard d’une interface RS232 qui permet la communication avec un PC ainsi que l’impression écran. En option, l’opto coupleur HZ70 et son câble en fibre optique permet d’isoler l’appareil et d’éviter les boucles de masse.

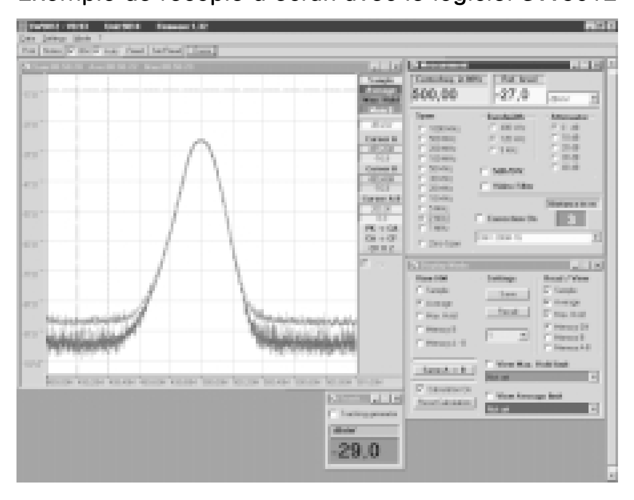
Le logiciel

Le logiciel fourni en standard offre des fonctions d’évaluation et mesures étendues sur PC telles que :

Indication numérique des valeurs de mesure.
Moyenne, crête et quasi crête des valeurs au curseur.
Mémorisation d’une référence pour comparaison.
Définition d’un gabarit utilisateur.
Indication des signaux hors gabarit.
Facteur de correction pour antennes.
Compte rendu pour mesures automatiques.
Impression sous forme de tableaux (ex: suite de calculs).
Impression écran couleur ou noir et blanc sur toutes les imprimantes compatibles Windows.
Aide en ligne.

Un manuel des différentes applications CEM est fourni.

Exemple de recopie d'écran avec le logiciel SW5012



Caractéristiques techniques

Fréquence

Gamme de fréquence:	0,15MHz à 1050MHz
Résolution en fréquence:	10kHz (Readout)
Gamme de fréquence centrale:	0,15MHz à 1050MHz
Précision:	10kHz
Dérive en fréquence:	<150kHz/heure
Base de fréquence:	Zéro scan et 100kHz/Div à 100MHz/Div.
en séquence 1, 2, 5	
Précision:	±5%
Marqueur:	
Résolution en fréquence:	10kHz
Résolution en niveau:	0,1dBm
Précision du marqueur:	±(0,1% de l'excursion + 100kHz)
Bande de résolution, RBW:	9kHz, 120kHz, 400kHz
Bande vidéo, VBW:	4kHz
Durée du balayage:	40ms, 320ms

Amplitude

Gamme d'amplitude:	-100dBm à +13dBm
Niveau de bruit moyen:	-102dBm(120kHz RWB)
Réponse en fréquence:	
à 500MHz, Attn=10dB:	±2dB
Atténuateurs d'entrée:	40dB, par pas de 10dB
Précision du niveau de référence:	±1dB
Niveau d'entrée maximum:	
Atténuation 20dB:	+20dBm(0,1w)
Atténuation 0dB:	+10dBm
DC	±2,5V
Gamme d'affichage:	40dB, 80dB (5/10dB/div)
Niveau de référence:	de -27dBm à 13dBm (par pas de 10dB).
Intermodulation:(3ème ordre)	>75dBc
	(deux signaux -27dBm espacés d'au moins 3MHz)
Distorsion harmonique:	(2ème et 3ème ordre):>75dB
Echelle logarithmique:	±2dB(sans atténuation) à 250MHz
Précision d'amplitude absolue:	±2.5dB

Entrées et sorties

Entrée:	BNC 50Ω
Alimentation des sondes:	6V (sondes de champ proche)
Sortie générateur suiveur (HM5014):	BNC 50Ω

Fonctions

Moyennage:	32mesures
Sauvegarde:	9 configurations
Détection crête	
Mode enveloppe	
Verrouillage:	Trace écran

Trace de référence
Démodulation AM

Générateur suiveur (HM5014 seulement)

Gamme de fréquence:	150kHz à 1050MHz
Niveau de sortie:	-50dBm à +1dBm
Réponse en fréquence (150kHz à 1050MHz):	±1,0dB
Pureté spectrale:	
Harmoniques:	<-20dBc
Non harmoniques:	<-20dBc

Divers

Gammes de températures:	
- Fonctionnement:	10°C à 50°C
- Stockage:	-40°C à 70°C
Alimentation:	
- Tension:	115/230V
- Fréquence:	50/60Hz
- Consommation:	environ 43VA
Ecran	8x10 cm
Protection :	(IEC1010-1) Classe I
Dimensions:	H 125mm, L 285mm, P 380mm
Masse:	env. 6Kg

Sous réserve de modifications

Accessoires fournis en standard:
Logiciel pour évaluation, impression et télécommande
Câble d'alimentation, manuel d'utilisation.

Accessoires en option	
Interface optique (RS232)	**HZ70**
Antenne téléscopique	**HZ520**
Limiteur de transitoires	**HZ560**
Sondes de champ proche (H, E, hte imp)	**HZ530**
Réseau fictif (RSIL)	**HM6050**

Sondes de champ proche HZ530 (Accessoires en option)



L'ensemble HZ530 consiste en 3 sondes actives pour le diagnostic CEM lors du développement de sous-ensembles ou d'appareils électroniques. Il comprend une sonde magnétique active (sonde de champ H), un monopôle actif de champ E et une sonde active de haute impédance. Ces sondes sont prévues pour un branchement à un analyseur de spectre, et possèdent pour cela une sortie coaxiale 50Ω. Les sondes ont une gamme de fréquence de 100kHz à 1GHz. Elles sont construites dans une technologie très moderne. Des FETs GaAs et des circuits intégrés micro-ondes (MMIC) fournissent un faible bruit, une haute amplification et une très bonne sensibilité. La connexion à un analyseur de spectre, à un récepteur de mesure, ou à un oscilloscope se fait à l'aide d'un câble coaxial de 1,5 mètres. Les préamplificateurs incorporés dans les sondes (environ 30dB) épargnent l'utilisation d'appareils extérieurs, ce qui simplifie les manipulations.

Les sondes peuvent être alimentées soit par des piles ou accumulateurs soit à partir des analyseurs de spectre HAMEG HM5012 et HM5014. Leur forme profilée permet un accès facile au circuit à étudier. Avec un jeu de piles, la durée d'utilisation est de 30 heures environ.

Le jeu complet de 3 sondes est présenté dans un beau coffret.

Caractéristiques techniques

Gamme de fréquence:	100kHz à 1GHz
Tension d'alimentation:	6V à partir du HM5012/14/11 ou par piles *
Consommation:	10 à 24mA
Dimensions des sondes:	195x40x19 (Lxlxh)
Capot:	plastique (blindage électrique interne)
Liste du matériel:	valise de transport
	1 sonde de champ H
	1 sonde de champ E
	1 sonde haute impédance
	1 câble BNC (1,5m)
	1 câble d'alimentation

* Piles (4 LR06) non fournies

Généralités

Dès le déballage de l'appareil, on doit vérifier qu'il n'existe pas de dégâts mécaniques et d'éléments détachés à l'intérieur de l'appareil. En cas de dommages le transporteur doit être immédiatement informé. L'appareil ne doit alors pas être mis en service.

Symboles portés sur l'appareil

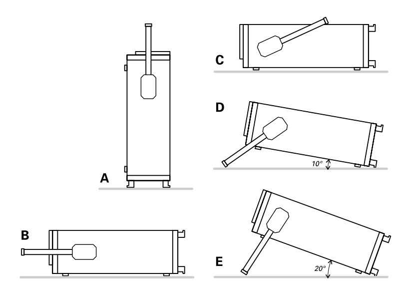
⚠ **ATTENTION**

⚠ **Danger** - Haute tension

⏚ **Masse**

Mise en place de l'appareil

Pour l'observation optimale de l'écran l'appareil peut être installé dans trois positions différentes (C,D,E). En plaçant l'appareil en position verticale la poignée restera automatiquement dans cette position de transport (A).



Pour travailler en position horizontale, tourner la poignée et la mettre en contact avec le capot de l'analyseur de spectre (C). Lorsque la poignée est verrouillée en position (D), l'appareil est incliné à 10°, et en position (E) à 20°.

En partant de la position de l'appareil dans son carton, soulever la poignée; elle s'enclenchera automatiquement en position de transport horizontal de l'appareil (B).

Sécurité

Cet appareil a été construit et contrôlé selon **les règles de sécurité pour les appareils de mesure électroniques, norme VDE 0411 Sect 1.** Les normes IEC 1010-1 sont équivalentes à cette norme. Il a quitté l'usine dans un état techniquement sûr. Ce manuel contient informations et mises en garde importantes que doit suivre l'utilisateur pour travailler et pour conserver l'appareil en conditions de sécurité. Le coffret, le châssis et tous les blindages des connecteurs de mesure sont reliés à la terre. L'appareil correspond aux dispositions de la **classe de protection I** (cordon d'alimentation 3 conducteurs dont un réservé à la terre). **Le cordon secteur sera branché pour assurer la mise à la terre des parties métalliques accessibles. Pour raisons de sécurité, il ne faut pas sectionner le connecteur de mise à la terre.**

Le cordon secteur doit être branché avant connexion des circuits de mesure.

L'isolement entre les parties métalliques accessibles telles que capots, embases de prises et les deux connecteurs d'alimentation de l'appareil a été testé jusqu'à 2200VDC.

Dans certaines conditions, il peut apparaître sur le circuit de mesure, des tensions de ronflement 50 ou 60Hz qui peuvent provenir d'interférences entre appareils transmises par le secteur. Ceci peut être évité par l'utilisation d'un transformateur d'isolement (protection classe II).

Les tubes cathodiques produisent des rayons X. Cependant **la dose produite reste bien en dessous du seuil maximum admissible de 36pA/kg (0,5 mR/h).**

Lorsqu'il est à supposer qu'un fonctionnement sans danger n'est plus possible, l'appareil devra être débranché et protégé contre une mise en service non intentionnelle. Cette précaution est nécessaire :

- lorsque l'appareil a des dommages visibles,
- lorsque l'appareil ne fonctionne plus,
- après un stockage prolongé dans des conditions défavorables (par ex. à l'extérieur ou dans des locaux humides),
- après des dégâts graves suite au transport (dans le cas d'emballage défectueux).

Conditions de fonctionnement

L'appareil est prévu pour une utilisation en laboratoire. Gamme de température ambiante admissible durant le fonctionnement: +10°C...+40°C. Gamme de température admissible durant le transport et le stockage: -40°C et +70°C.

Si pendant le transport ou le stockage il s'est formé de l'eau de condensation il faut prévoir un temps d'acclimatation d'env. 2 heures avant mise en route. L'appareil doit être utilisé dans des locaux propres et secs. Il ne peut donc être utilisé dans un air à teneur particulièrement élevée en poussière et humidité, en danger d'explosion ainsi qu'en influence chimique agressive. La position de fonctionnement de l'appareil peut être quelconque; cependant la circulation d'air (refroidissement par convection) doit rester libre. Les trous d'aération ne doivent pas être recouverts. En fonctionnement continu, l'appareil doit être en position horizontale ou être incliné (poignée-béquille).

Garantie

Les appareils HAMEG sont garantis pendant une **période de 2 ans.** La garantie couvre les défauts de matériel et de fabrication. La garantie ne couvre pas les défauts, pannes ou détériorations dûs à une erreur d'utilisation ou à une réparation incorrecte. La garantie tombe dès que l'appareil est réparé ou modifié par des techniciens non agréés par HAMEG.

L'utilisation de la garantie est faite par l'intermédiaire du distributeur qui a vendu l'appareil.

Avant sa sortie de production chaque appareil subit un test de qualité avec une période de chauffe de 10 heures. Ainsi presque toute panne à venir se déclare. En cas d'expédition par poste, train ou transporteur, il est recommandé d'utiliser l'emballage d'origine. Les dommages pendant le transport pour emballage insuffisant ne sont pas couverts par la garantie.

Lors d'une réclamation, nous recommandons d'apposer une feuille sur le coffret de l'appareil, décrivant en style télégraphique le défaut observé. Lorsque celle-ci comporte également le nom et le n° de téléphone de l'utilisateur cela peut servir à un dépannage accéléré.

Entretien

Diverses propriétés importantes de l'analyseur de spectre doivent être soigneusement revérifiées à certains intervalles. Ceci permet d'être assuré que tous les signaux sont représentés avec la précision indiquée dans les caractéristiques techniques.

L'extérieur de l'appareil doit être nettoyé régulièrement avec un pinceau à poussière. La saleté résistante sur le coffret, la poignée, les parties en plastique et en aluminium peut être enlevée avec un chiffon humide (eau + 1% de détergent). Pour de la saleté grasse il est possible d'utiliser de l'alcool à brûler ou de la benzine. L'écran peut être nettoyé avec de l'eau ou de la benzine (mais pas avec de l'alcool ni avec un détachant). Il faut ensuite l'essuyer avec un chiffon propre, sec et non-pelucheux. En aucun cas le liquide de nettoyage ne doit passer dans l'appareil. L'application d'autres produits de nettoyage peut attaquer les surfaces peintes et en plastique.

Alimentation

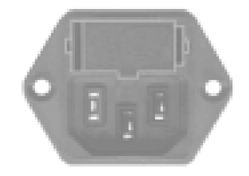
L'appareil est livré pour être alimenté en 230V. La commutation en 115V s'effectue par le commutateur à l'arrière de l'appareil à l'aide d'un petit tourne vis dans la fente prévue à cet effet.

La modification du sélecteur de tension secteur ne doit être faite qu'après avoir retiré le cordon secteur.

Les caractéristiques des fusibles sont fonction de la tension secteur. La prise secteur et les fusibles forment un bloc accessible à l'arrière de d'appareil. Le fusible doit être extrait de son logement avec un tourne-vis de 2mm de large.

L'utilisation de fusibles bricolés ou le court-circuit du porte fusible n'est pas permis; HAMEG n'assume aucune responsabilité de quelque sorte que ce soit pour les dommages qui en résulteraient, et tout recours en garantie serait annulé.

Type du fusible :
taille **5x20**mm, 0,63A, 250V;
il doit satisfaire aux spécifications
IEC 127 feuille III (soit DIN 41 662
soit DIN 41 571, feuille 3).
Coupure : **temporisée** (T).



Tension secteur: 115V~ ±10% Coupure à 315mA (temporisée)
Tension secteur: 230V~ ±10% Coupure à 160mA (temporisée)

Les caractéristiques de l'appareil sont obtenues après 60 minutes de chauffe à une température ambiante de 23°C ±2°C. Les valeurs sans tolérances sont les valeurs indicatives d'un appareil standard.

Introduction

L'analyseur de spectre HM5012/14 réalise la visualisation fréquencielle d'un signal dans la gamme de fréquence de 0,150 à 1050MHz. Le signal à analyser doit être répétitif. Alors qu'un oscilloscope visualise une amplitude en fonction d'un temps, un analyseur de spectre visualise une amplitude en fonction d'une fréquence. Une raie isolée d'un analyseur de spectre est représentée par une sinusoïde sur un oscilloscope.

L'analyseur de spectre fonctionne suivant le principe d'un récepteur superhétérodyne. Le signal à étudier, (f_{in} compris entre 0,150 et 1050MHz) est appliqué à un premier mélangeur où il est combiné au signal d'un oscillateur commandé en tension (f_{lo} compris entre 1350MHz et 2350MHz). Cet oscillateur est le premier oscillateur local. La différence entre cette fréquence et la fréquence d'entrée donne la première fréquence intermédiaire f_{if} (f_{lo}-f_{in}=f_{if}) qui passe à travers un filtre passe-bande accordé sur 1350MHz. Le signal est ensuite amplifié et passe dans deux étages mélangeurs, oscillateurs et amplificateurs. La seconde fréquence intermédiaire est de 29,875MHz et la troisième de 2,75MHz. Au troisième étage de fréquence intermédiaire, le signal peut être traité par un filtre 400KHz ou 20KHz et transmis au démodulateur. La sortie logarithmique (signal vidéo) est réalisée soit directement, soit par un filtre passe-bas vers un autre amplificateur. La sortie de cet amplificateur est reliée aux plaques de déviation verticale du tube cathodique.

La déviation X est réalisée par un générateur de rampe. Cette tension peut être superposée à une tension continue qui permet la commande du premier oscillateur local, f_{lo}. L'analyseur de spectre balaye une gamme de fréquence qui dépend de l'amplitude de la rampe. Ce balayage est déterminé par le réglage d'échelle de fréquence. En mode ZERO SCAN, seule la tension continue commande le premier oscillateur local.

Instructions d'utilisation

Il est très important de lire les instructions relatives à la sécurité avant d'utiliser le HM5012/14.

L'utilisation du HM5012/14 ne nécessite aucune compétence particulière. L'organisation de la face avant et la limitation des fonctions de base garantit une utilisation efficace dès la mise sous tension. Néanmoins, pour utiliser l'appareil de façon optimale, certains principes de base doivent être respectés.

Le sous ensemble le plus sensible du HM5012/14 est l'étage d'entrée de l'analyseur de spectre. Il comprend un atténuateur et un premier mélangeur. Sans atténuation, la tension d'entrée ne doit pas dépasser +10dBm (0,7Veff) alternatif ou +/- 25V continu. Avec une atténuation d'entrée de 40dB, la tension alternative ne doit pas dépasser +20dBm. Ces valeurs limites ne doivent pas être dépassées, dans le cas contraire, l'atténuateur d'entrée ou bien le premier mélangeur peut être détruit.

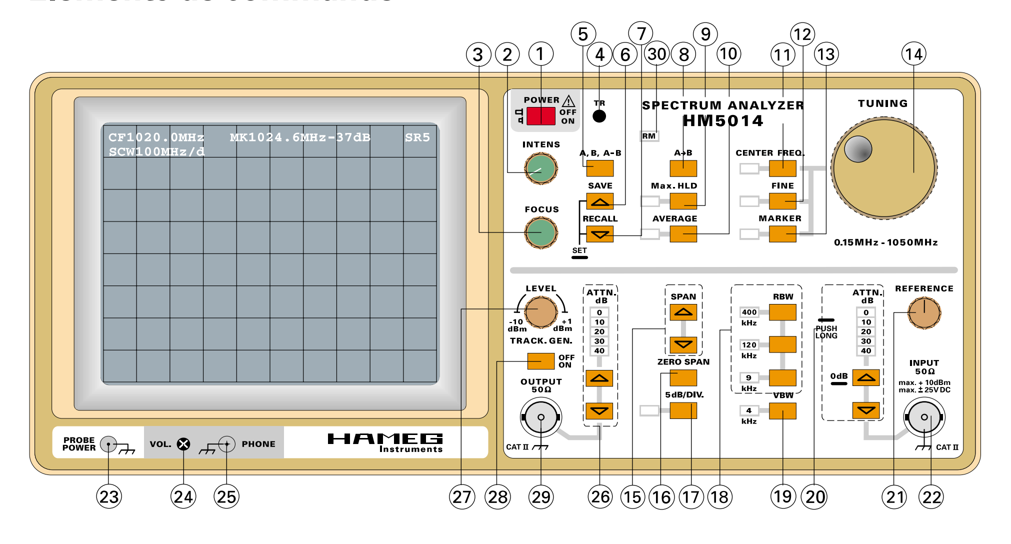
Avant l'examen d'un signal inconnu, vérifier l'absence de haute tension. Il est recommandé de commencer la mesure avec l'atténuation maximale et sur la gamme de balayage de fréquence la plus large (de 0,15MHz à 1050MHz). L'utilisateur doit également considérer que la possibilité de dépassement sort de la gamme de fréquence, même en l'absence d'affichage (p. e. 1200MHz).

La gamme de fréquence de 0 à 150KHz n'est pas couverte par l'analyseur de spectre HM5012/14. Les raies dans cette zone du spectre apparaissent avec une amplitude incorrecte.

Il n'est pas nécessaire de régler l'intensité lumineuse sur une position élevée. A intensité moyenne, un signal au milieu du bruit, apparaît plus clairement. A intensité plus forte, le signal peut être occulté par l'hyper luminosité de l'écran et par l'augmentation de la largeur de la trace. Ainsi, il est préférable de travailler à intensité moyenne quel que soit le type du signal.

A cause du principe de conversion de fréquence, il apparaît une raie à 0Hz. Ce phénomène est dû à l'oscillateur local. Le niveau de cette raie est différent pour chaque instrument. Si l'amplitude de cette raie est inférieure à un écran, cela ne signifie pas que l'appareil est défectueux.

Éléments de commande



(1) POWER :
Interrupteur secteur et symboles correspondants pour les positions Marche (ON) et Arrêt (OFF). Après avoir mis l'interrupteur secteur sur ON, il faut patienter environ 10 secondes avant que la trace de base (bande de bruit) ne s'affiche au bas de la grille.

(2) INTENS :
Réglage de la luminosité (intensité) de la trace. La luminosité ne doit être augmentée que si les conditions d'éclairage l'imposent.

(3) FOCUS : Réglage de la netteté de la trace.

(4) TR :
Le potentiomètre TR (Trace rotation = rotation de la trace) permet, à l'aide d'un tournevis, de compenser l'influence du champ magnétique terrestre sur la déviation du faisceau. Celle-ci est en effet inévitable malgré le blindage en mumétal du tube cathodique. Ce réglage permet d'aligner la trace de base parallèlement à la ligne inférieure de la grille. Une faible distorsion en coussin demeure inévitable, mais n'affecte pas la précision de la mesure.

(5) A/B/A-B :
L'appareil possède deux mémoires de mesure : A et B. Les résultats de la mesure courante sont toujours enregistrés dans la mémoire A. La mémoire B, quand à elle, ne peut contenir qu'une copie de la mémoire A. La fonction A-B permet de soustraire le

contenu de la mémoire B des résultats de la mesure courante enregistrés dans la mémoire A.

Invocation de la fonction :
Appuyez plusieurs fois sur la touche A/B/A-B pour afficher successivement le contenu de la mémoire A, de la mémoire B, et la différence A-B des deux mémoires. Le Readout indique la valeur couramment affichée à l'écran(A, B ou A-B).

(6) SAVE :
Cette fonction permet de mémoriser jusqu'à 10 configurations différentes de l'appareil. Lorsqu'une configuration donnée a été mémorisée, celle-ci peut être rappelée avec la fonction **RECALL**. Les configurations fréquemment utilisées peuvent ainsi être retrouvées rapidement et avec précision. Les configurations mémorisées sont conservées même après l'arrêt de l'appareil.

Pour activer la fonction : appuyez de manière prolongée sur la touche SAVE.

Remarque :
La fonction SAVE ne peut pas être invoquée tant que les fonctions AVERAGE ou MAX.HLD sont activées. Un signal sonore vous informe de cette situation.

Sélection de la mémoire :
Après avoir invoqué la fonction SAVE, appuyez plusieurs fois sur SAVE pour sélectionner la mémoire de 0 à 9. Une brève pression sur RECALL ramène le numéro de mémoire à 0.

Mémorisation :
Après avoir sélectionné le numéro de la mémoire, appuyez de manière prolongée sur la touche SAVE pour mémoriser la configuration de l'appareil et quitter cette fonction.

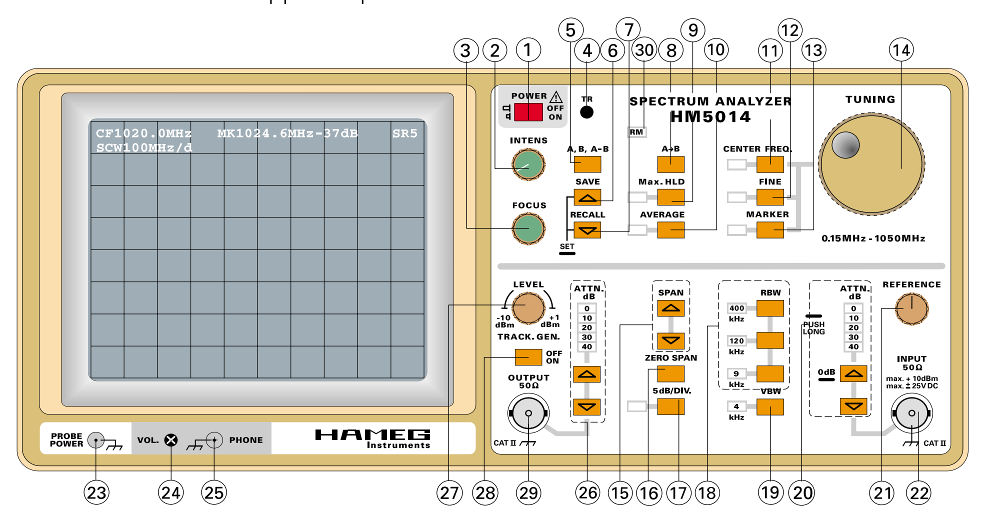
Remarque :
Les fonctions AVERAGE et MAX.HLD ne peuvent pas faire partie d'une configuration mémorisée de l'appareil. Il est donc impossible d'invoquer la fonction SAVE lorsque l'une de ces deux fonctions est active. Un signal sonore vous informe de cette situation.

Annulation :
La fonction SAVE est automatiquement désactivée après 3 secondes d'inactivité, par exemple si la configuration courante

ne doit pas être mémorisée.

(7) RECALL

La fonction RECALL permet de rappeler les configurations de l'appareil qui ont été mémorisées avec SAVE.



Pour activer la fonction : appuyez de manière prolongée sur la touche RECALL.

Remarque :

La fonction RECALL ne peut pas être invoquée tant que les fonctions AVERAGE ou MAX.HLD sont activées. Un signal sonore vous informe de cette situation.

Sélection de la mémoire :

Après avoir invoqué la fonction RECALL, il faut sélectionner la mémoire dans laquelle a été enregistrée la configuration que vous voulez rétablir. Appuyez plusieurs fois sur SAVE pour sélectionner la mémoire de 0 à 9. Une brève pression sur RECALL ramène le numéro de mémoire à 0. Les numéros au-delà de 9 appellent les 2 configurations CEM par défaut.

Appel de la configuration :

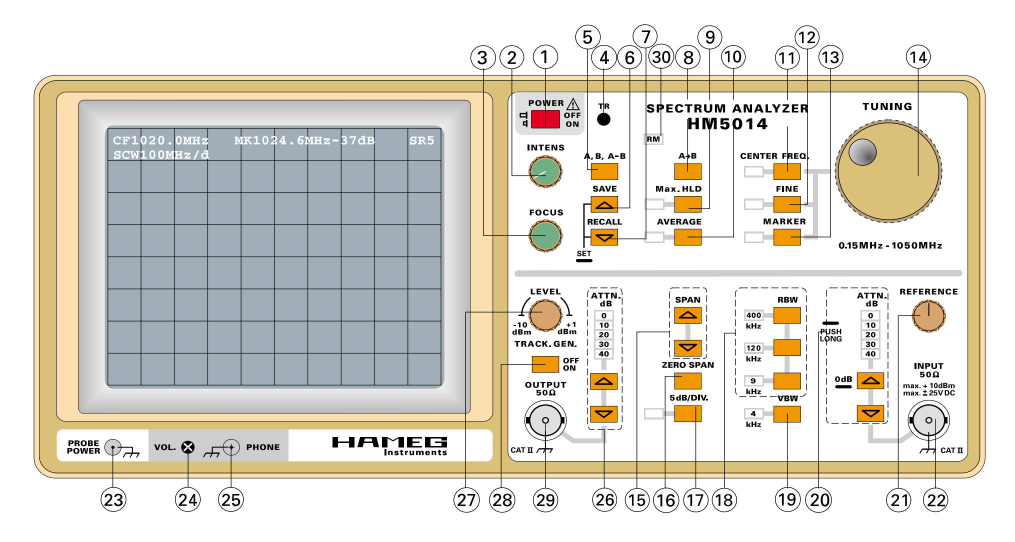
Après avoir sélectionné le numéro de la mémoire, appuyez de manière prolongée sur la touche RECALL pour activer les paramètres correspondant à la configuration choisie.

Annulation :

La fonction RECALL est automatiquement désactivée après 3 secondes d'inactivité, par exemple si la configuration courante

ne doit pas être mémorisée.

(8) A ➔ B
Copie de la mémoire :



Appuyez sur **A➔B** pour copier le résultat de la mesure courante (mémoire A) dans la mémoire d'affichage B.

Remarque :
Le contenu de la mémoire B est affiché après avoir copié le contenu de A dans B. Appuyez sur " A/B/A-B " pour afficher la soustraction A-B puis une nouvelle fois pour afficher le contenu de A.

(9) Max.HOLD (Maximum Hold)
La fonction Max.HOLD permet de mémoriser automatiquement la valeur maximale mesurée par l'appareil. Le résultat affiché n'est réactualisé que lorsque l'appareil mesure une nouvelle valeur supérieure à la valeur maximale enregistrée. Les valeurs inférieures à la valeur mémorisée ne sont pas affichées. Cette fonction permet ainsi de mesurer avec précision les valeurs de crête des signaux HF impulsionnels, dans ce cas il faudra toujours attendre que la trace mémorisée ne soit plus réactualisée avant de prendre en compte les résultats de la mesure.

Remarque :
En présence de signaux impulsionnels, il faut travailler avec une excursion (SPAN) la plus petite possible, une bande passante

(BANDWIDTH) la plus large possible et il faut désactiver le filtre vidéo afin d'éviter les défauts transitoires liés au filtre. Le choix d'une période de vobulation (SWT) courte est recommandé dans certaines situations.

Invocation de la fonction :
Appuyez sur la touche Max.HLD jusqu'à ce que la LED correspondante s'allume.

Remarque :
Pour effacer la valeur maximale mémorisée, il faut désactiver la fonction Max.HLD puis la réactiver.

Annulation :
Appuyez sur Max.HLD pour désactiver la fonction. La LED correspondante s'éteint.

(10) AVERAGE
La fonction AVERAGE permet de calculer la moyenne et ainsi de réduire les composantes du bruit dans l'affichage du résultat. Il devient alors possible d'examiner les parties du spectre qui seraient masquées par le bruit. La fonction AVERAGE est activée en appuyant sur la touche correspondante, la LED associée s'allume.

Remarque :
Contrairement au calcul de la moyenne par le biais du filtre vidéo, le calcul (numérique) de la moyenne du bruit à l'aide de la fonction AVERAGE peut également être utilisé avec des excursions (SPAN) importantes sans risquer les défauts transitoires liés au filtre vidéo.

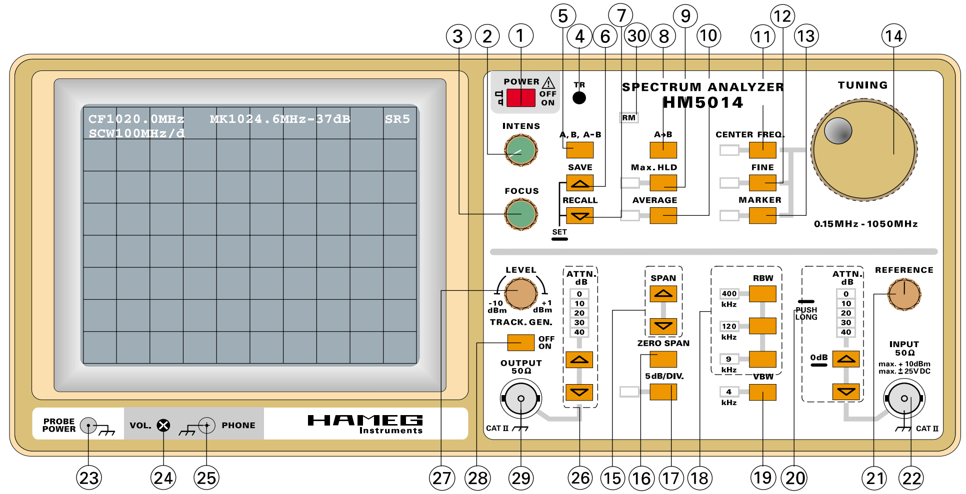
Invocation de la fonction :
Appuyez sur la touche AVERAGE jusqu'à ce que la LED correspondante s'allume.

Remarque :
Pour effacer la moyenne calculée d'une mesure (AVERAGE ON), il faut désactiver la fonction AVERAGE puis la réactiver.

Annulation :
Appuyez sur AVERAGE pour désactiver la fonction. La LED correspondante s'éteint.

(11) CENTER FREQ. :

Une pression sur la touche CENTER FREQ. allume la LED correspondante et permet ensuite de régler la fréquence centrale



à l'aide du bouton (14). La fréquence réglée est affiché en haut à gauche de l'écran derrière la lettre C.

Remarque :

Si la fréquence centrale est réduite ou si l'excursion (SPAN) est augmentée, il est possible dans certaines circonstances de voir une trace spectrale sans qu'un signal soit appliqué à l'entrée. Cette trace est généralement appelée " repère de fréquence nulle " (ZERO Peak) et elle est courante sur les analyseurs fonctionnant selon le principe superhétérodyne. Il s'agit en fait de la porteuse du 1er oscillateur local qui devient visible lorsque sa fréquence se trouve dans la bande passante du 1er filtre FI. Le niveau du " repère de fréquence nulle " diffère d'un appareil à l'autre et ne peut pas être utilisé comme niveau de calibrage.

(12) FINE :

La fonction FINE, lorsqu'elle est activée (la LED correspondante est allumée), permet d'effectuer un réglage fin de la fréquence centrale (la LED CENTER FREQ. est allumée) ou de déplacer le curseur avec précision (la LED MARKER est allumée).

Une nouvelle pression sur cette touche (la LED FINE s'éteint) désactive la fonction.

(13) MARKER :

L'appareil possède un curseur (X) qui permet d'analyser le résultat de la mesure. Celui-ci peut être déplacé le long de la trace dans le sens horizontal à l'aide du bouton et suit alors le tracé vertical de la courbe de mesure. La fonction MARKER doit être activée (la LED est allumée) pour pouvoir déplacer le curseur. La fréquence et l'amplitude du point sur lequel se trouve le curseur sont affichées dans le Readout (exemple : M100.00 MHz -29 dBm).

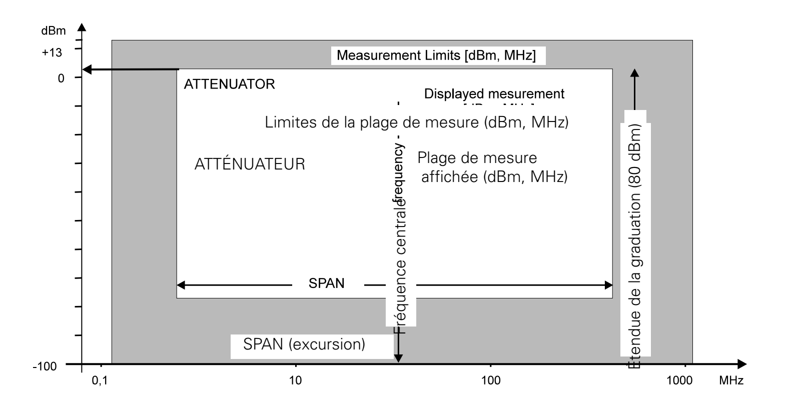
Remarque :

La fonction FINE permet d'affiner le réglage de la position du curseur.

(14) Bouton de réglage :

Le bouton de réglage, suivant la fonction sélectionnée (CENTER FREQ. ou MARKER), permet de régler respectivement la fréquence centrale ou la position du curseur.

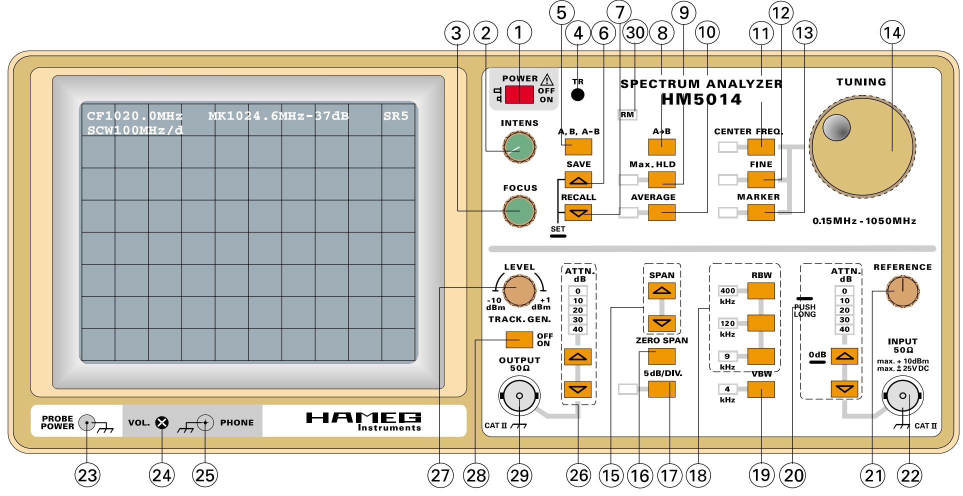
(15) SPAN :



Les deux touches SPAN permettent de régler l'excursion en fréquence (plage de vobulation) de l'analyseur. L'excursion est affichée dans le coin supérieur droit de l'écran, précédée de la lettre S. Avec une excursion de 1000 MHz (full span = excursion complète), chaque graduation (verticale) de l'axe des fréquences correspond à une valeur de 100 MHz. En partant de la ligne centrale de la grille, la fréquence augmente de 100 MHz à chaque graduation vers la droite de l'écran. La fréquence qui y est affichée est ainsi de 500 MHz + 5 x 100 MHz = 1000 MHz. De même, la fréquence diminue de 100 MHz à chaque graduation vers la gauche de l'écran qui correspond alors à une valeur de 0 MHz.

(16) ZERO SPAN :

La touche ZERO SPAN permet de sélectionner directement une excursion (SPAN) de 0 Hz. Dans ce cas, l'analyseur fonctionne comme un mesureur sélectif de niveau qui peut être accordé à



l'aide de la fréquence centrale (CENTER FREQ.). Le niveau mesuré est affiché par une ligne horizontale.

L'illustration ci-dessus illustre les termes SPAN (excursion), fréquence centrale, Étendue de la graduation et Atténuateur. La zone grise représente la plage de mesure maximale du HM5012 alors que la zone blanche indique la plage qui peut être affichée à l'écran. La hauteur de cette " fenêtre " est définie par l'étendue de l'échelle qui est de 80 dB, mais la plage affichée peut être décalée vers le haut ou vers le bas à l'aide des atténuateurs d'entrée (ATTN). La largeur de la plage affichée est réglée par l'excursion (SPAN) de l'analyseur. Celle-ci peut inclure la totalité de la zone grise ou seulement une partie. La position de cette zone est réglée dans le sens horizontal à l'aide de la fonction CENTER FREQ. (fréquence centrale). Il est généralement conseillé de régler une fréquence centrale et une excursion (résolution de l'affichage) suffisamment faibles pour pouvoir afficher un signal correct. Une excursion trop élevée ne présente aucun intérêt.
La touche ZERO SPAN permet d'accéder immédiatement au mode Excursion nulle qui est ensuite désactivé par une nouvelle pression sur cette touche.

Remarque :

L'appareil est programmé pour optimiser le temps de balayage

en fonction de l'excursion, de la résolution et du filtre vidéo. Si cette optimisation est impossible, le Readout affiche " UNCAL " pour signaler que l'amplitude des valeurs mesurées n'est pas exacte.

(17) 5 dB/Div. :
Une brève pression sur cette touche permet de sélectionner une échelle verticale de 5 dB/division ou de 10 dB/division. Le niveau de référence est conservé.

Remarque :
Le bruit peut disparaître de l'écran en position 5 dB/Div.

(18) BANDWIDTH :
L'appareil est équipé de filtres passe-bande de 9 kHz, de 120 kHz et de 400 kHz. La touche BANDWIDTH permet de sélectionner l'un de ces filtre et la LED correspondante indique la bande passante choisie.

Remarque :
En présence de signaux impulsionnels, il est conseillé de sélectionner la bande passante la plus large possible et d'utiliser la fonction Max.HLD.

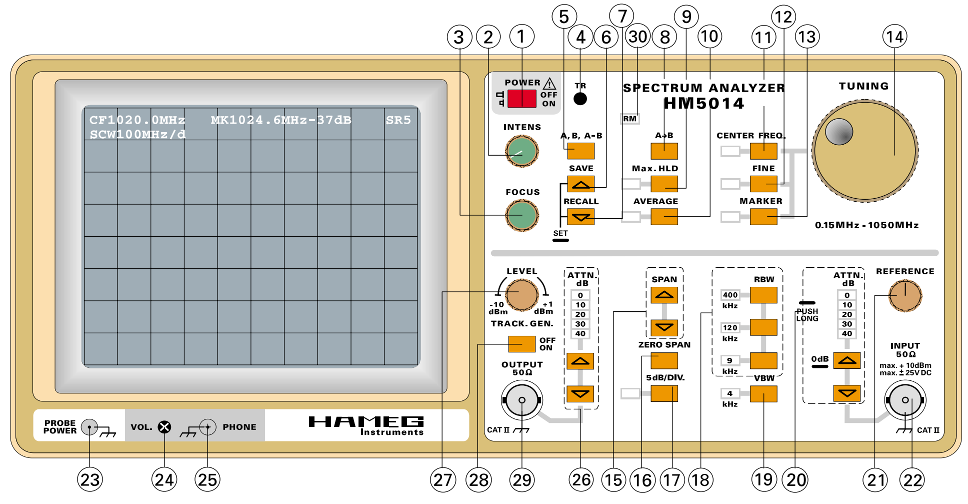
(19) VIDEO FILTER :
Le filtre vidéo permet de calculer la moyenne et ainsi de réduire les composantes du bruit. Le filtre vidéo (filtre passe-bas) peut également être utilisé pour atténuer le bruit lors de la mesure de valeurs faibles qui sont au même niveau que le bruit moyen. Il devient alors possible d'examiner des signaux très faibles qui seraient sinon masqués par le bruit.

Remarque :
Les valeurs de l'amplitude mesurées lorsque le filtre vidéo est activé peuvent être erronées (trop faibles) si la plage de fréquences (excursion) est trop importante (affichage de " UNCAL "). Il faut alors réduire l'excursion après avoir amené le signal à analyser au centre de l'écran à l'aide de la fonction CENTER FREQ.
Si l'excursion est réduite sans avoir préalablement amené le signal à analyser au centre de l'écran, celui-ci risque de " disparaître ".

En présence de signaux impulsionnels, il faut éviter d'utiliser le filtre vidéo pour éviter les erreurs de mesure (transitoires).
(20) ATTN :

Ces deux touches permettent de modifier l'atténuation d'entrée par pas de 10 dB.

Attention :
Il faut exercer une pression prolongée pour sélectionner la



position 0 dB en raison de la grande sensibilité de l'étage d'entrée. Ceci évite de sélectionner une atténuation nulle par mégarde.

Nous rappelons ici une nouvelle fois qu'il ne faut pas dépasser la tension d'entrée maximale admissible. Ceci est particulièrement important, car un analyseur de spectre, du fait de son principe de fonctionnement, n'affiche dans certains cas qu'une partie du signal appliqué à son entrée. Ceci veut dire qu'il peut exister des tensions à l'entrée qui sont en-dehors de la plage de fréquences affichée et qui risquent de détruire l'étage d'entrée.

(21) Reference level
Le bouton REFERENCE permet de régler le niveau de référence auquel se rapportera le signal affiché à l'écran. Le niveau de référence est toujours représenté par la ligne horizontale supérieure en bas de l'écran.
(22) INPUT :
Entrée 50 Ω de l'analyseur de spectre. Sans atténuation de l'entrée, la tension d'entrée maximale admissible est de ±25 V en continu ou de+10 dBm en alternatif. Une valeur de +20 dBm est tolérée avec l'atténuation d'entrée maximale (40 dB). Il ne faut pas dépasser ces valeurs maximales.

(23) PROBE POWER :
La prise PROBE POWER permet d'alimenter la sonde de champ proche HZ530 et n'est prévue que pour cet usage. Le câble spécial nécessaire à cet effet est fourni avec la sonde.

(24) VOL : réglage du volume du casque.

(25) Phone :
Prise permettant de brancher un casque. Le casque doit être équipé d'une fiche jack de 3,5 mm et avoir une impédance > 8Ω.

(26) ATTN. (fonction non présente sur le HM5012)
Les touches **UP/DOWN** permettent de sélectionner les 5 positions de l'atténuateur de sortie du HM5014. Cet atténuateur sert à réduire le niveau de sortie du générateur suiveur.

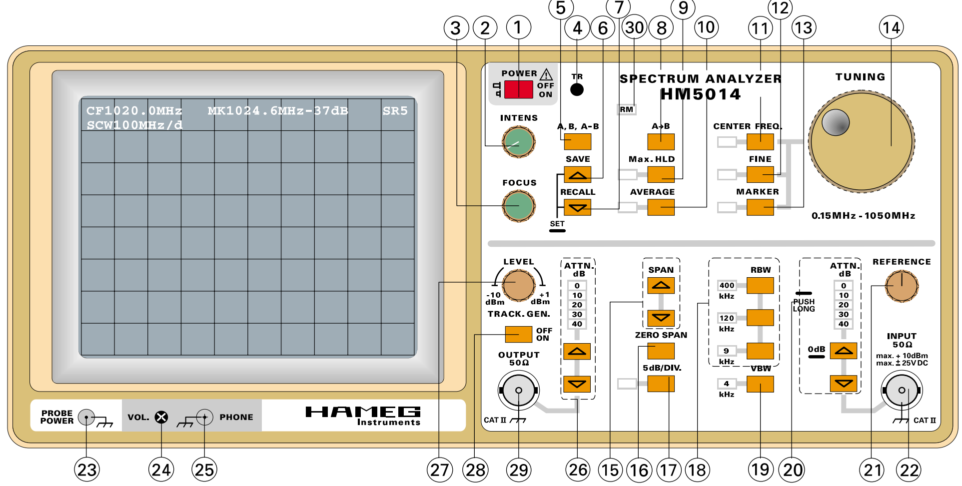
(27) LEVEL (fonction non présente sur le HM5012)
Le bouton LEVEL permet de régler le niveau de sortie du générateur suiveur par pas de 0,2 dB, la valeur maximale étant de 11 dB. Le niveau est affiché par le Readout et dépend du réglage de l'atténuateur.

Attention : le niveau peut être modifié même lorsque le générateur suiveur est désactivé, ce qui est visible dans le Readout. Pour que ce signal soit appliqué à la sortie (**29**), il faut toujours activer préalablement le générateur suiveur. Cette fonction sert à protéger les périphériques sensibles.

(28) Tacking Generator (générateur suiveur)
(fonction non présente sur le HM5012)
Le générateur suiveur est désactivé à chaque mise sous tension de l'appareil afin de protéger le périphérique qui est raccordé à sa sortie. Le Readout affiche le " **t** " minuscule. Une pression sur la touche TRACK. GEN. active le générateur suiveur et le Readout affiche alors le " **T** " majuscule ainsi que le niveau et la LED de l'atténuateur (**26**) s'allume. Une nouvelle pression sur cette touche désactive le générateur suiveur.

(29) Output (non présente sur le HM5012)
Sortie 50 Ω du générateur suiveur. Le niveau de sortie est réglé à l'aide du bouton **LEVEL** (**27**) et de l'atténuateur de sortie (**26**). Elle est comprise entre +1 dBm et -50 dBm.

(30) LED RM (Remote)



La LED RM indique que l'appareil est commandé à distance par le biais de son interface série. Il est impossible d'effectuer des réglages en face avant lorsque cette LED est allumée. Ce mode est annulé par une commande envoyée sur l'interface série ou en éteignant l'appareil. Le mode Commande à distance ne peut être activé que par une commande envoyée sur l'interface série.

Premières mesures

Paramètres :
Avant d'appliquer un signal inconnu à l'entrée, il faut vérifier si celui-ci ne contient pas de composante continue ayant une amplitude supérieure à ± 25 V et si son amplitude maximale est inférieure à +20 dBm.

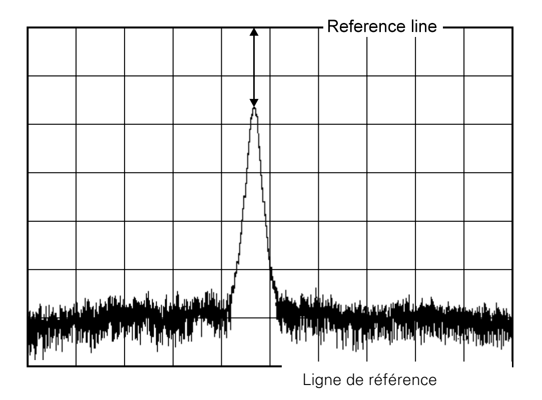
ATTN :
Par précaution, il est recommandé d'enfoncer les quatre touches 10 dB de l'atténuateur d'entrée pour éviter une surcharge de l'étage d'entrée.

Réglage de la fréquence :
Régler une fréquence centrale de 500 MHz (C500MHz) et sélectionner une excursion de 1000 MHz (S1000MHz).

Bande passante :
Pour commencer une mesure, il convient d'activer le filtre 400 kHz et de désactiver le filtre vidéo.

Si la trace de base de la fréquence (bande de bruit) se décale vers le haut en réduisant l'atténuateur d'entrée, il existe vraisemblablement un point du spectre à forte amplitude qui se trouve en-dehors de la plage de fréquences. Si aucun signal ne peut être détecté avec ces paramètres, vous pouvez alors réduire progressivement l'atténuation d'entrée.

Dans tous les cas, l'atténuation d'entrée **doit** être choisie en fonction de l'amplitude maximale du signal appliqué (pas en mode Zero Peak). Le résultat optimal est obtenu lorsque l'amplitude maximale du signal (plage de fréquences 0 Hz - 1000 MHz) atteint la ligne supérieur de la graduation (ligne de référence) sans toutefois la dépasser. En cas de dépassement, il faut sélectionner une atténuation d'entrée supérieure ou rajouter un atténuateur externe ayant une atténuation et une puissance appropriées.



Ligne de référence

Les mesures à pleine excursion (S1000MHz) ne servent généralement qu'à obtenir une vue d'ensemble du spectre. Il faut réduire l'excursion pour pourvoir analyser les signaux ainsi identifiés. Pour ce faire, amener la partie à étudier du signal au centre de l'écran à l'aide de la fonction CENTER FREQ. (fréquence centrale) et ensuite seulement réduire l'excursion (SPAN).

Vous pouvez ensuite réduire la bande passante de résolution (BANDWIDTH) et activer le filtre vidéo le cas échéant. Une erreur de mesure est à prévoir si le message UNCAL s'affiche.

Lecture des valeurs mesurées :
Le curseur représente le moyen le plus simple pour lire la valeur numérique des grandeurs mesurées. Pour ce faire, activez la fonction MARKER (la LED s'allume) puis amenez le curseur sur la partie du signal qui vous intéresse, éventuellement en affinant sa

position avec la fonction FINE. Les valeurs affichées correspondent à la position du curseur. L'atténuation d'entrée sélectionnée (ATTN) est automatiquement prise en compte dans la valeur affichée de l'amplitude.

Si vous voulez relever une valeur sans utiliser le curseur, commencez par déterminer l'écart en dB entre la ligne supérieure de la grille, qui correspond au niveau de référence affiché par le Readout, et la crête du signal. N'oubliez pas que la graduation peut être de 5 dB/Div. ou de 10 dB/Div. La position de l'atténuateur d'entrée est prise en compte dans la valeur de référence affichée, il est donc inutile de l'inclure dans le calcul.

Le signal affiché à l'écran présente une différence d'amplitude d'environ -16 dB par rapport à la ligne de référence. La ligne de référence correspond ici à une valeur de -27 dBm et la graduation est de 10 dB/Div. En conséquence, le signal présente un niveau de (-27 dBm) + (-16 dB) = -43 dBm. La position de l'atténuateur d'entrée est déjà prise en compte dans ce résultat, il est donc inutile de l'inclure dans le calcul.

Introduction à l'analyse spectrale

L'analyse des signaux électriques est un problème fondamental pour de nombreux ingénieurs et chercheurs. Même si le problème immédiat n'est pas de nature électrique, les grandeurs à analyser sont souvent transformées en signaux électriques par des capteurs. Les capteurs courants sont les accéléromètres et des jauges de contraintes, des électrodes d'électroencéphalogramme et des sondes de pression sanguine en biologie et médecine et des pH-mètres et sondes de conductivité en chimie. La transformation de grandeurs physiques en grandeurs électriques présente un grand avantage, car il existe de nombreux appareils permettant l'analyse des signaux électriques dans le domaine des temps et dans le domaine des fréquences.
La méthode traditionnelle d'observation des signaux électriques consiste à les visualiser dans le domaine des temps à l'aide d'un oscilloscope. Le domaine des temps permet de recueillir les informations de temps et de phase nécessaires pour caractériser le comportement des circuits électriques. Toutefois, les informations temporelles ne suffisent pas à caractériser de façon unique tous les circuits. Ainsi, les amplificateurs, les oscillateurs, les mélangeurs, les modulateurs, les détecteurs et les filtres sont mieux caractérisés par leur réponse en fréquence. Il est donc

préférable de visualiser les composantes fréquentielles des signaux électriques. Pour cela, il faut un appareil capable de faire une discrimination des fréquences et de mesurer leurs niveaux. Cet appareil s'appelle analyseur de spectre. Il visualise la tension ou la puissance en fonction de la fréquence.

Dans le domaine des temps, toutes les composantes fréquentielles d'un signal sont confondues. Dans le domaine des fréquences, les signaux complexes (c'est à dire les signaux constitués de plusieurs fréquences) montrent des composantes fréquentielles séparées. Le domaine des fréquences est la représentation graphique de l'amplitude d'un signal en fonction de la fréquence.

Le domaine des fréquences comprend des informations qui n'apparaissent pas dans le domaine des temps et l'analyseur de spectre présente donc certains avantages sur l'osciloscope.

L'analyseur de spectre est plus sensible aux faibles distorsions qu'un oscilloscope. Un signal peut paraître sinusoïdal dans le domaine des temps alors que le domaine des fréquences montre des harmoniques.

La sensibilité et la grande dynamique de l'analyseur de spectre sont utiles pour la mesure des faibles modulations. Il peut servir à mesurer les signaux modulés en amplitude, en fréquence ou en impulsion. L'analyseur de spectre permet de mesurer la fréquence porteuse, la fréquence de modulation, le niveau de modulation et la distorsion de modulation.

On peut facilement caractériser des circuits de conversion de fréquence. L'affichage permet de déterminer rapidement des paramètres tels que l'affaiblissement de conversion, l'isolation et la distorsion.

L'analyseur de spectre peut servir à mesurer la stabilité à long ou à court terme. Grâce aux durées d'analyse calibrée de l'analyseur de spectre, on peut mesurer des paramètres comme les bandes latérales parasites d'un oscillateur, la modulation de fréquence résiduelle d'une source et la dérive de fréquence lors du pré-chauffage.

La mesure de la réponse en fréquence d'un filtre ou d'un amplificateur, la mesure de la distorsion d'un oscillateur accordé,

constituent des exemples de ce que l'on peut réaliser avec un analyseur de spectre. Ces mesures sont simplifiées par l'emploi d'un générateur de poursuite.

Types d'analyseurs de spectre

Il existe essentiellement deux types d'analyseurs de spectre, les analyseurs à balayage et les analyseurs temps réel. Les analyseurs à balayage sont accordés par balayage électrique sur toute la gamme de fréquence. Les composantes fréquentielles d'un spectre sont donc échantillonnées séquentiellement dans le temps. Cela permet de visualiser les signaux périodiques et aléatoires et non les signaux transitoires. En revanche, les analyseurs temps réel affichent simultanément l'amplitude de tous les signaux compris dans la gamme de fréquence de l'analyseur, d'où l'expression temps réel. La chronologie des signaux est préservée, ce qui permet de visualiser les informations de phases. Les analyseurs temps réel sont capables d'afficher aussi bien les signaux transitoires que les signaux périodiques et aléatoires.

Les analyseurs à balayage sont généralement du type radiofréquence accordé ou superhétérodyne. Un analyseur radiofréquence accordé est constitué par un filtre passe-bande dont la fréquence centrale est réglable sur toute la gamme de fréquence, par un détecteur qui produit la déviation verticale sur le tube cathodique, et par un générateur de rampe qui synchronise la fréquence et la déviation horizontale du tube cathodique. C'est un analyseur simple et peu coûteux qui couvre une gamme de fréquence étendue mais qui manque de résolution et de sensibilité. Comme les analyseurs à radiofréquence accordée comportent un filtre de balayage, la largeur de balayage est limitée par la gamme de fréquence (généralement une décade ou moins). La résolution dépend de la bande-passante du filtre et, comme les filtres accordables n'ont pas une bande-passante constante, la résolution varie avec la fréquence.
Le type d'analyseur de spectre le plus courant diffère de l'analyseur radiofréquence en ce que le spectre est balayé par l'intermédiaire d'un filtre passe-bande fixe au lieu de balayer le filtre.

L'analyseur est un récepteur à bande étroite accordé électroniquement par application d'une dent de scie à un oscillateur contrôlé en tension. Cette dent de scie est appliquée simultanément aux plaques de déviation horizontale d'un tube catho-

dique. Le signal de sortie du récepteur est appliqué simultanément aux plaques de déviation verticale donnant ainsi l'affichage d'une amplitude en fonction de la fréquence.

L'analyseur est accordé dans toute sa gamme de fréquence en faisant varier la tension appliquée à l'oscillateur local. La fréquence de l'oscillateur local est mélangée au signal d'entrée pour produire ainsi la fréquence intermédiaire (FI) qui peut être détectée et visualisée. Lorsque la différence de fréquence entre le signal d'entrée et la fréquence de l'oscillateur local est égale à la fréquence intermédiaire, il y a une réponse sur l'analyseur. Les avantages de la technique super hétérodyne sont considérables. Les amplificateurs FI permettent d'obtenir une grande sensibilité et l'on peut analyser de nombreuses décades de fréquence. On peut de plus faire varier la résolution en modifiant la bande passante du filtre FI. Cependant, l'analyseur super hétérodyne n'est pas un analyseur temps réel et les vitesses de balayage doivent être compatibles avec la constante de temps du filtre.

Un pic sur le bord gauche de l'écran est quelquefois appelé «indicateur de fréquence nulle» ou «oscillateur local». Il apparaît lorsque l'analyseur est accordé sur la fréquence zéro et que la sortie de l'oscillateur local traverse directement l'étage intermédiaire créant un pic sur l'écran même en l'absence de signal d'entrée. A la fréquence zéro, $F_{LO}=F_{IF}$). Elle représente la limite inférieure réglable.

Caractéristiques nécessaires d'un analyseur de spectre

Pour visualiser avec précision la fréquence et l'amplitude d'un signal sur un analyseur de spectre, celui-ci doit être étalonné correctement. Un analyseur de spectre conçu pour des mesures de fréquence et d'amplitude doit satisfaire à de nombreuses exigences:

1. Large plage d'accord
2. Grande dynamique d'affichage
3. Stabilité
4. Résolution
5. Réponse en fréquence plate
6. Grande sensibilité
7. Faible distorsion interne
8. Affichage linéaire et logarithmique (V et dB)

Mesures de fréquence

L'échelle de fréquence peut être explorée de trois façons différentes: analyse complète, analyse par division et analyse nulle. L'analyse complète permet de localiser les signaux parce que dans ce mode, tout le spectre est visualisé. (tous les analyseurs n'offrent pas ce mode).

Le mode par division permet d'explorer en détail une zone de fréquence particulière. La commande d'accord sélectionne la fréquence centrale et la commande d'échelle définit l'expansion horizontale.

En mode analyse nulle (Zero scan), l'analyseur se comporte comme un récepteur à accord fixe et à bande passante réglable.

Les mesures de fréquence absolue sont généralement effectuées à l'aide du bouton d'accord de l'analyseur de spectre. Les mesures de fréquence relative nécessitent un balayage en fréquence linéaire. En mesurant l'intervalle entre deux signaux sur l'écran, on peut déterminer l'écart en fréquence.

Il est important que l'analyseur de spectre soit plus stable que les signaux mesurés. La stabilité de l'analyseur dépend de la stabilité de fréquence de l'oscillateur local. On considère deux types de stabilité, la stabilité court terme et la stabilité long terme. La mesure de fréquences résiduelles FM est une mesure de stabilité court terme spécifiée en Hz crête à crête. La stabilité court terme est également définie par le bruit des bandes latérales qui est une mesure de pureté spectrale. Le bruit des bandes latérales est défini en affaiblissement (dB) sous la porteuse et en Hz par rapport à une porteuse dans une bande spécifiée. La stabilité à long terme est caractérisée par la dérive en fréquence de l'oscillateur local. La dérive en fréquence est la variation de fréquence par unité de temps, elle s'exprime en Hz/mn ou Hz/h.

Résolution

Avant de mesurer une fréquence, il faut d'abord pouvoir distinguer des signaux adjacents. La résolution d'un analyseur dépend de la largeur de bande de la fréquence intermédiaire. La largeur de bande FI est généralement la bande passante à 3dB du filtre FI. Le rapport de la bande passant à 60db (en Hz) sur la bande passante à 3dB (en Hz) est appelé facteur de forme du filtre. Plus ce facteur est faible, plus l'analyseur est capable des distinguer

des signaux rapprochés d'amplitude égale. Si le le facteur de forme du filtre est de 15, deux signaux dont l'amplitude diffère de 60dB doivent présenter un écart en fréquence supérieur à 7,5 fois la bande passante du filtre intermédiaire pour pouvoir être distingués. Dans le cas contraire, ils seront confondus.

L'aptitude d'un analyseur de spectre à distinguer des signaux rapprochés d'amplitude inégale ne dépend pas seulement du facteur de forme du filtre FI. Les bande latérales parasites peuvent également diminuer la résolution. Elles apparaîssent au dessus de la frontière du filtre FI et réduisent le taux de réjection hors de la bande du filtre. Cela limite la résolution lors de la mesure de signaux d'amplitude inégale. La résolution de l'analyseur de spectre est limitée par sa bande passante FI la plus étroite. Ainsi, si la bande passante est de 10kHz, il faut 10kHz minimum entre deux signaux pour pouvoir les distinguer. En effet, la bande passante instantanée de l'analyseur est identique à celle de l'étage intermédiaire, mais décalée en fréquence. Comme la résolution de l'analyseur est limitée par sa bande passante, on peut penser qu'il suffirait de réduire indéfiniment la bande FI pour obtenir une résolution infinie. Or, la bande passante FI est limitée par la stabilité (modulation de fréquence résiduelle) de l'analyseur. Si l'excursion de fréquence interne est de 10kHz, la bande passante la plus étroite qu'on peut utiliser pour distinguer un signal d'entrée unique est de 10kHz. Un filtre FI plus étroit donnera plusieurs réponses ou une réponse intermittente pour une fréquence d'entrée unique. La bande passante FI est elle-même limitée, car les filtres étroits ont des constantes de temps longues ce qui nécessiterait une durée d'analyse excessive.

Sensibilité

La sensibilité caractérise l'aptitude de l'analyseur à détecter des signaux de faible amplitude. La sensibilité maximale d'un analyseur est limitée par son bruit interne. Ce bruit a essentiellement deux origines: thermique et non thermique. La puissance du bruit thermique est exprimé par:

$PN=k \times T \times B$

où

PN=Puissance de bruit en Watt
k=Constante de Bolzman (1,38x10-23joules/°K)

T=Température absolue en °K
B=Bande passante du système en Hz

Comme le montre cette équation, le niveau de bruit est directement proportionnel à la bande passante. Par conséquent, une réduction d'une décade de la bande passante donne une diminution de 10dB du niveau de bruit et donc une sensibilité meilleure de 10dB. Le bruit non thermique n'est pas lié à la température. Il peut provenir de défauts de linéarité des éléments actifs, de désadaptation d'impédance, etc. Un facteur de bruit est généralement spécifié pour ce bruit non thermique qui ajouté au bruit thermique, donne le bruit global de l'analyseur. Le bruit global, mesuré sur l'écran cathodique, détermine la sensibilité maximale de l'analyseur de spectre. Comme le niveau de bruit est fonction de la bande passante, la comparaison de sensibilité entre analyseurs doit être faite à bande passante égale.

Un analyseur de spectre couvre une large gamme de fréquence, mais est en réalité un appareil à bande étroite. Tous les signaux qui apparaissent dans la gamme de fréquence de l'analyseur sont convertis en une fréquence intermédiaire unique qui doit traverser un filtre FI; le détecteur ne voit que le bruit à ce niveau. Aussi le bruit de l'analyseur n'est que celui du signal FI. Lorsqu'on mesure des signaux discrets, on obtient la sensibilité maximale avec la bande passante FI la plus étroite.

Filtre vidéo

La mesure de signaux de faibles amplitudes peut être difficile lorsqu'ils ont une amplitude voisine du bruit moyen de l'analyseur. Pour faciliter la mesure, il est recommandé d'utiliser un filtre vidéo. C'est un filtre passe-bas qui opère une moyenne du bruit dans l'analyseur. Lorsqu'on fait la moyenne du bruit, le signal devient visible.

Si la bande passante est très étroite par rapport au balayage, le filtre vidéo ne doit pas être utilisé, car à cause de la propriété de limitation de la bande passante de ce filtre, l'amplitude des signaux analysés sera réduite.

Sensibilité d'un analyseur de spectre

Spécifier la sensibilité d'un analyseur de spectre est un peu arbitraire. On peut la définir comme le niveau du signal lorsque la

puissance du signal est égale à la puissance moyenne de bruit.

L'analyseur de spectre mesure toujours le signal plus le bruit. Par conséquent, lorsque le signal d'entrée a la même amplitude que le bruit interne, le signal apparaît 3dB au dessus du bruit. Lorsque la puissance du signal est ajoutée à la puissance moyenne du bruit, le niveau de puissance à l'écran est doublé (augmenté de 3dB) parce que la puissance du signal est égale à la puissance moyenne du bruit.

Le niveau d'entrée maximum de l'analyseur de spectre est le niveau qui entraîne une détérioration du circuit d'éntrée. Pour le HM5012/HM5014, ce niveau est de +10dB à l'entrée du mélangeur et de +20dB à l'entrée de l'atténuateur. Avant d'atteindre le niveau de détérioration, l'analyseur comprime le signal d'entrée. En dessous de 1dB, cette compression n'est pas sensible. Le niveau de signal d'entrée maximal donnant une compression inférieure à 1dB est appelé niveau d'entrée linéaire.

Au dessus d'un compression de 1dB, l'analyseur est considéré comme fonctionnant en régime non linéaire car l'amplitude du signal affiché n'est pas représentative du niveau du signal d'entrée.

Chaque fois qu'un signal est appliqué à l'entrée de l'analyseur, des distorsions sont produites dans l'analyseur lui-même. La plupart du temps, ces distorsions proviennent du comportement non linéaire du mélangeur d'entrée. Dans le cas du HM5012/ HM5014, ces distorsions sont typiquement à 70dB en dessous du niveau du signal d'entrée n'excédant pas -27dBm à l'entrée du premier mélangeur. Pour pouvoir accepter des niveaux d'entrée plus élevés, un atténuateur est placé dans le circuit d'entrée juste avant le premier mélangeur. Le signal d'entrée maximum que l'on peut appliquer pour chaque position d'atténuateur, tout en maintenant les distorsions internes en dessous d'un certain niveau, est appelé niveau d'entrée optimum de l'analyseur. Le signal est atténué avant le premier mélangeur parce qu'il ne faut pas que le niveau du signal appliqué au mélangeur dépasse -27dBm, sinon, les produits de distorsion de l'analyseur dépasseront 70dB. Cette gamme de 70dB sans distorsion est appelée gamme dynamique utile de l'analyseur. La dynamique d'affichage est le rapport du niveau du signal le plus élevé sur le niveau le plus faible affichable simultanément sans distorsion.

La dynamique est donc soumise à plusieurs conditions. La dynamique d'affichage doit être suffisante, on ne doit pas observer de réponse parasite ou non identifiée et la sensibilité doit être suffisante pour permettre d'éliminer le bruit. La dynamique maximale d'un analyseur de spectre doit se déduire des spécifications. Vérifier d'abord la spécification de distorsion. Par exemple, «atténuation de 70dB de tous les produits parasites pour un niveau de -27dBm à l'entrée du mélangeur». Déterminer ensuite qu'il y a une sensibilité suffisante. Par exemple, 70dB en dessous de -27dB représente -97dB. C'est le niveau que l'on doit pouvoir détecter. La bande passante pour cette sensibilité ne doit pas être trop étroite sinon elle sera inutile. Enfin, la dynamique d'affichage doit être suffisante.

Il faut noter que la gamme de mesure sans parasite peut être étendue en réduisant le niveau à l'entrée du mélangeur. La seule limite est alors la sensibilité.

Pour obtenir la dynamique maximale sur l'écran, s'assurer que les conditions suivantes sont réunies:

1. Le niveau du signal d'entrée ne dépasse pas le niveau d'entrée optimum de l'analyseur.

2. La raie la plus haute du signal d'entrée se situe en haut de l'écran (niveau de référence).

Réponse en fréquence

La réponse en fréquence d'un analyseur est la linéarité d'amplitude sur toute la gamme de fréquence. Si un analyseur doit afficher des amplitudes identiques pour des signaux d'entrée d'amplitudes constantes mais de fréquences différentes, l'affaiblissement de conversion du mélangeur d'entrée ne doit pas dépendre de la fréquence. Si la tension de l'oscillateur local est trop élevée par rapport à la tension d'entrée, l'affaiblissement de conversion du mélangeur d'entrée est lié à la fréquence et la réponse en fréquence du système est non linéaire. Pour que les mesures d'amplitude soient précises, il faut que la réponse en fréquence de l'analyseur soit aussi plate que possible sur toute la gamme de fréquence.

Cette condition limite généralement la précision d'amplitude parce que la calibration est très difficile à réaliser. Et comme la fonction

principale d'un analyseur de spectre est de comparer des niveaux à des fréquences différentes, une réponse en fréquence qui n'est pas assez plate limite sérieusement l'utilisation.

Générateurs suiveurs

Les générateurs suiveurs sont des générateurs spéciaux dont la fréquence du signal de sortie est commandée par l'analyseur de spectre. Il produit ainsi un signal de sortie qui suit exactement l'accord (tuning) de l'analyseur de spectre. Grâce à cette particularité, un générateur suiveur (seulement sur le HM5014) élargit considérablement le champ d'application d'un analyseur de spectre. En mode " full span ", le générateur suiveur produit un signal vobulé sur toute la plage de fréquences dont il dispose. En réduisant l'excursion, il génère un signal sinusoïdal dont la fréquence varie en même temps que la fréquence centrale réglée sur l'analyseur de spectre.

Ce qui permet un suivi exact (tracking) entre la fréquence de commande et la fréquence produite est le fait que l'analyseur de spectre et le générateur suiveur sont tous deux contrôlés par le même oscillateur commandé en tension, ce qui veut dire que les deux modules sont synchronisés par l'oscillateur local de l'analyseur de spectre. Le signal de sortie du générateur suiveur est obtenu en mélangeant deux signaux d'oscillateur. L'un des signaux est produit dans le générateur suiveur lui-même et l'autre dans l'analyseur de spectre. Si la fréquence obtenue par le mélange est la même que la fréquence intermédiaire de l'analyseur de spectre, la fréquence de sortie du générateur suiveur est alors égale à la fréquence d'entrée de l'analyseur de spectre. Cette condition s'applique à tous les modes d'excursion.

Le terme " suiveur " ou tracking signifie ici que la fréquence du signal de sortie se trouve toujours au centre du filtre passe-bande de l'analyseur de spectre. Les harmoniques du signal qui sont produites dans le générateur suiveur lui-même ou dans l'analyseur de spectre se trouvent ainsi en-dehors de la bande passante du filtre de l'analyseur de spectre. Seule la fréquence de base du générateur suiveur est ainsi représentée à l'écran. Il devient ainsi possible de mesurer la réponse harmonique sur une plage très large sans que la mesure ne soit influencée par les irrégularités du générateur de signal. La sensibilité du système est limitée par le bruit intrinsèque et, de ce fait, par la bande passante du filtre de l'analyseur de spectre. La bande passante la plus étroite

mesurable est déterminée par la modulation en fréquence résiduelle du générateur suiveur ainsi que par l'écart en fréquence lors du suivi entre le générateur et l'analyseur de spectre. La qualité de l'oscillateur local de l'analyseur de spectre est là aussi déterminante, tout comme la boucle à verrouillage de phase qui asservit la fréquence dans le générateur suiveur. Le générateur suiveur (seulement sur le HM5014) est utilisé pour les mesures d'atténuation sur les amplificateurs ou les filtres. Le signal de sortie du générateur suiveur est injecté dans l'élément à analyser et la tension produite à la sortie de ce dernier est appliquée à l'entrée de l'analyseur de spectre. Dans cette configuration, les appareils forment un système fermé de mesure de fréquence par vobulation. Une boucle de régulation asservie sur le niveau qui se trouve dans le générateur suiveur assure la stabilité de l'amplitude sur toute la plage de fréquences. Ce système permet de mesurer le facteur de réflexion et l'affaiblissement de réflexion et permet ainsi également de déterminer le taux d'ondes stationnaires.

Annexe A

CODES Interface série RS232
Analyseur de spectre HM5012/HM5014

Paramètres RS232 lors de la mise sous tension :

4800 bauds, 8 bits de données, 1 bit d'arrêt, sans parité
Messages lors de la mise sous tension : HAMEG HM5012 Vx-xx / HM5014 Vx-xx

Instructions du PC vers le HM5012/5014

Structure générale :

Le premier caractère envoyé pour toute instruction est " # " (0x23). Les caractères suivants peuvent ensuite être TG, par exemple, pour générateur suiveur (Tracking Generator). Les caractères suivants sont décrits en détail ci-dessous. Chaque instruction doit se terminer par un retour chariot (0x0d) = touche Entrée. Les minuscules et majuscules ne sont pas différenciées (TG = tg). L'unité de mesure étant toujours évidente (par exemple l'excursion s'exprime toujours en MHz), elle n'est pas précisée.

((CR) correspond à la touche Entrée)

#kl0 (CR) = déverrouillage du clavier
#kl1 (CR) = verrouillage du clavier (la LED Remote s'allume)
#tg0 (CR) = générateur suiveur désactivé
#tg1 (CR) = générateur suiveur activé
#vf0 (CR) = filtre vidéo désactivé
#vf1 (CR) = filtre vidéo activé
#tl+01.0 (CR) = niveau du suiveur de +1,0 dB
#tl-50.0 (CR) = à -50,0 dB par pas de 0,2 dB
#rl-27.0 (CR) = niveau de référence de -27,0 dB
#rl-99.6 (CR) = à -99,6 dB par pas de 0,4 dB
#at0 (CR) = atténuateur à 0 (10, 20, 30, 40) dB
#bw400 (CR) = bande passante 400 (120, 9) kHz
#sp1000 (CR) = excursion 1000 (1000, 500, 200, …, 5, 2, 1) MHz
#sp0 (CR) = excursion nulle
#db5 (CR) = 5 dB/Div.
#db10 (CR) = 10 dB/Div.
#cf0500.000 (CR) = fréquence centrale en xxxx,xxx MHz

#av0 (CR) = mode moyenne désactivé
#av1 (CR) = mode moyenne activé
#mh0 (CR) = mode Max. HOLD désactivé

#mh1 (CR) = mode Max. HOLD activé

#em0 (CR) = mode quasi-crête désactivé
#em30 (CR) = mode quasi-crête dans la plage des 30 MHz
#em1000 (CR) = mode quasi-crête dans la plage des 1000 MHz
#vv (CR) = view average (affichage de la moyenne)
#vm (CR) = view max-hold (affichage de la valeur maximale mesurée)
#vq (CR) = view quasi-peak (affichage de la quasi-crête)

#sa (CR) = enregistrer le signal dans la mémoire B
#va (CR) = affichage du signal de la mémoire A

#vb (CR) = affichage du signal de la mémoire B (signal mémorisé)
#vd (CR) = affichage de la différence A-B (delta A/B)

#br4800 (CR) = vitesse de transmission 4800(9600,19200,38400,115200)bd
#bm1 = signal transféré par blocs (de 2048 octets) L'octet 0 est toujours 0xAA, suivi de 2044 bits de signal puis 3 octets de contrôle (checksum).

Interrogation des paramètres :

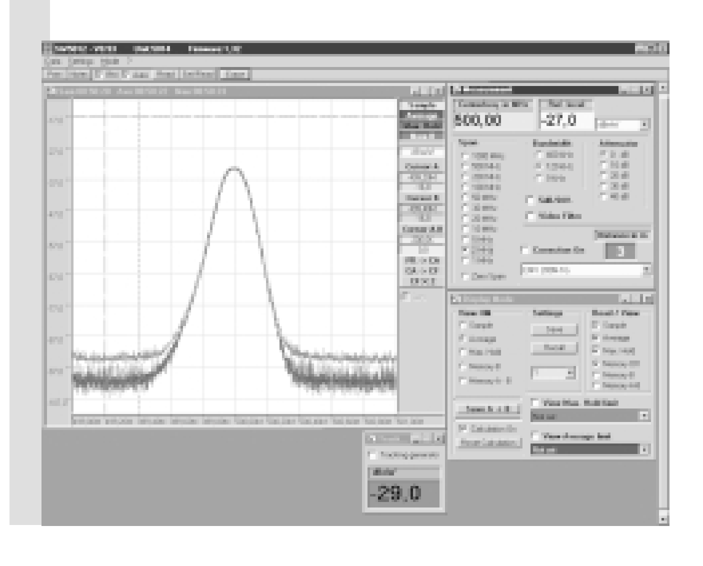
Syntaxe :
#xx (CR) = émission du paramètre xx (xx = tg, tl, rl, vf, at, bw, sp, cf)

Exemple :
#t1 (CR) = émission du niveau de sortie du suiveur, TL-12.4
#cf (CR) = émission de la fréquence centrale réglée, par exemple CF0763.780 (en MHz)

Exemple de commande à partir d'un ordinateur externe :

#kl1	passe en mode commande à distance, la LED Remote s'allume
#cf0752.000	règle une fréquence centrale de 752 MHz
#sp2	règle une excursion de 2 MHz
#bw120	règle une bande passante de 120 kHz
#kl0	retourne en mode commande locale (par le clavier)

LOGICIEL
SW5012



1

Logiciel SW5012

Description des fonctions et des paramètres.
Aperçu des menus.

Menu déroulant 1 :

Data

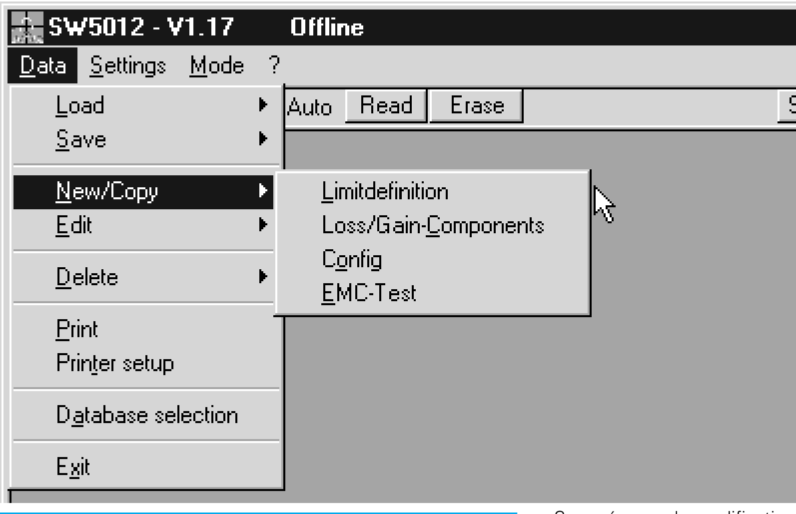
Load
Save



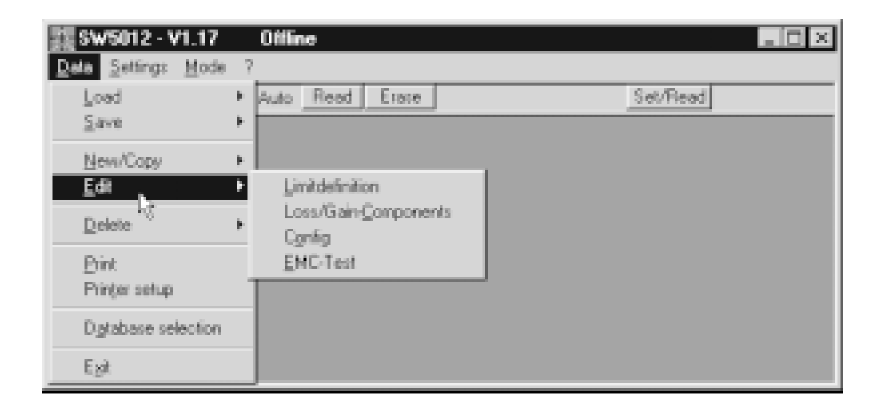
Settings chargement ou enregistrement des paramètres de l'appareil

Measurements chargement ou enregistrement des valeurs mesurées

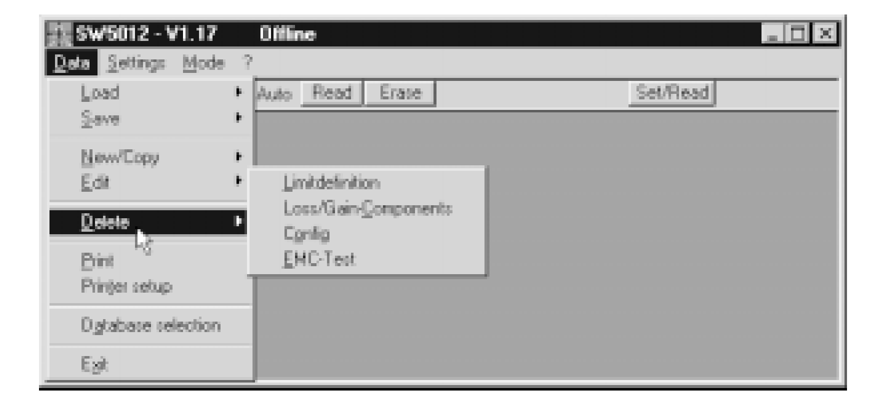
New/Copy



Edit



Delete



Création, copie, modification (édition), suppression des quatre rubriques différentes suivantes :

Limit Definition

Définition des lignes des valeurs limites

Loss/Gain Components

Détermination des paramètres de l'amplificateur et de l'atténuation des câbles, etc. à partir des valeurs mesurées (courbe d'atténuation).

Config

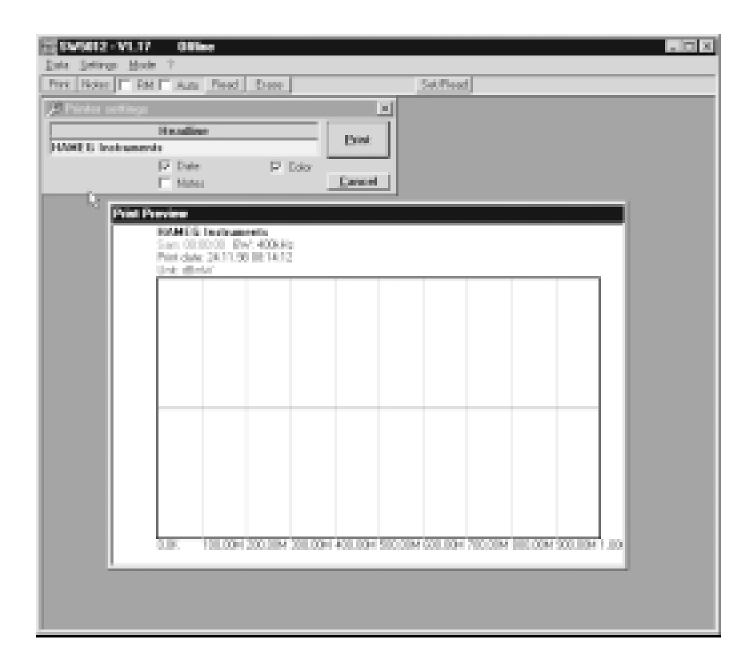
Regroupement des différents éléments d'une configuration de mesure et prise en compte des paramètres de l'amplificateur et de l'atténuation dans le résultat global de la mesure.

EMC Test

Détermination des paramètres de l'appareil pour un test : fréquence de départ et finale, réglage de l'atténuateur, bande passante du filtre, etc.

Print

Affiche un aperçu du document tel qu’il sera imprimé et permet de lancer l’impression.

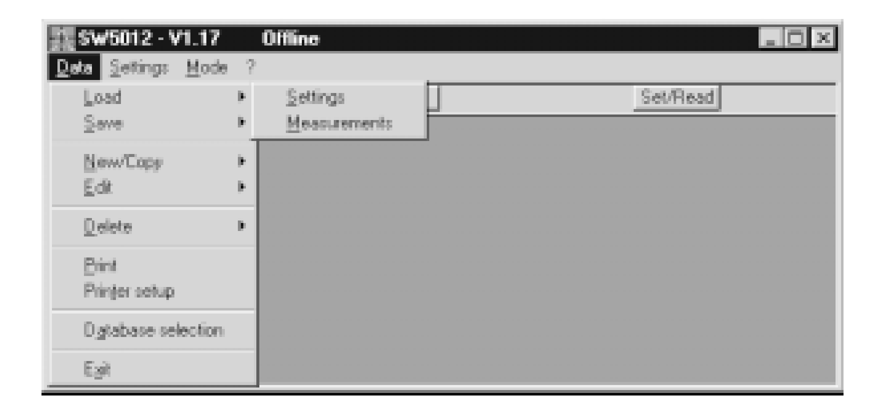


Printer Setup

Configuration de l’imprimante

Database Selection

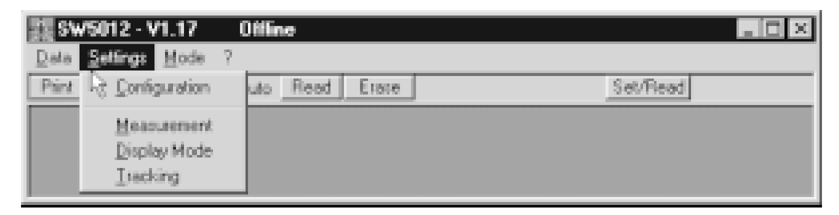
Sélection de la base de données



Exit Pour quitter le programme.

Menu déroulant 2 : (paramètres du mode normal)

Settings



Configuration
Paramétrage de l'interface série, sélection du port de communication (COM) et de la vitesse de transmission ou détection automatique.

Measurement
Ouvre la fenêtre de paramétrage de l'appareil et affiche les valeurs mesurées courantes.

Display Mode
Se divise en deux parties : analyseur de spectre et affichage sur l'écran de l'ordinateur.

Tracking
Fenêtre de commande du générateur suiveur (HM5014)

Menu déroulant 3 :

Mode



Normal Commande à distance de l'analyseur à partir du PC et collecte des données, traitement et enregistrement dans le PC.

EMC Utilisation étendue de l'analyseur pour mesurer un rayonnement parasite à l'aide d'une antenne en tenant compte du gain de l'antenne, de l'atténuation des câbles, des amplificateurs, etc.

Autostore
Mesure commandée dans le temps avec enregistrement automatique dans le PC.

Modes de fonctionnement :

Mode normal

Le mode normal permet à l'utilisateur de commander l'analyseur de spectre tel qu'il a l'habitude de le faire à partir de la face avant.

L'option Normal dans le menu Mode permet d'activer la commande à distance normale de l'analyseur de spectre à partir du programme en sélectionnant le paramètre correspondant dans la fenêtre Measurement, sous réserve que la fonction commande à distance soit activée dans la deuxième ligne (RM). Cliquer sur l'option du menu déroulant pour activer (le symbole coché apparaît) ou désactiver le mode commande à distance.

En mode commande à distance, vous pouvez régler la fréquence centrale en saisissant sa valeur puis en appuyant sur Entrée, par exemple par pas de 0,01 MHz.

L'affichage du niveau de référence est automatiquement mis à jour lors d'une modification de l'atténuateur. Le champ voisin permet en outre de définir l'unité d'affichage. L'excursion, la bande passante du filtre, l'échelle et le filtre vidéo peuvent également être réglés ou encore activés ou désactivés.

Correction on

La fonction " Correction " permet de reprendre la mesure de certaines lignes parasites en mode CEM (EMC). Avec Correction on, la configuration CEM sélectionnée tient compte des facteurs de correction. Vous pouvez ici sélectionner et afficher les lignes des valeurs limites.

Calculation on

Dans la fenêtre Display Mode, la partie gauche " Analyzer " et " Settings " concerne l'appareil. La partie droite Read/View se rapporte à l'affichage sur l'écran de l'ordinateur.

Save A à B permet de charger la nouvelle trace A dans la mémoire de référence.

10 configurations différentes peuvent être enregistrées et chargées dans la fenêtre Settings. Il s'agit des 10 mémoires qui sont également accessible à partir de la face avant de l'appareil. Les paramètres suivants peuvent être sélectionnés pour être affichés sur l'analyseur de spectre : Sample (trace A courante), référence B ou A-B. Si le mode calcul est actif, il est possible d'afficher l'une des courbes " **Max. Hold** " ou " **Average** ". La fonction **Calculation on** est ici nécessaire, car les paramètres Max.Hold et Average sont déterminés pendant la période active. Cliquer sur le bouton Reset Calculation pour relancer la période de mesure.

La courbe à transmettre et à afficher est sélectionnée dans la fenêtre de droite " **Read/View** ". Les couleurs de la trace affichée sont expliquées à droite de cette fenêtre et la durée de la dernière acquisition est indiquée au-dessus de la trace. Si la fonction Calculation est mise sur off pour l'analyseur de spectre, les traces " **Max. Hold** " et " **Average** " ne sont alors plus rafraîchies car l'acquisition est désactivée sur l'analyseur. Cliquer sur **Erase** pour faire disparaître les traces de la fenêtre. Lors d'une modification de la fréquence centrale, les traces affichées sont automatiquement effacées puis recalculées après la transmission.

Fonctionnement du mode CEM (EMC Mode), rôle du logiciel

Le mode CEM de ce logiciel permet d'utiliser l'analyseur de spectre HAMEG comme élément d'un système de mesure de préconformité qui se compose généralement de plusieurs composants. Des déroulements de mesure et des combinaisons d'appareils propres peuvent en outre être définis dans le cadre du programme.

Les combinaisons typiques d'appareils sont :
Réseau fictif, câble BNC et appareil de mesure
(analyseur de spectre)

ou

Antenne, amplificateur, câble et appareil de mesure.

Le logiciel permet de faciliter le travail en combinant ces éléments sous la forme d'un système homogène. La réponse en fréquence de chacun des composants est prise en compte dans le résultat affiché de la mesure.

La réponse en fréquence des composants utilisés est enregistrée dans un tableau des valeurs qui sert à la définir. Le montage de mesure est défini dans une fenêtre sous la forme d'un branchement en série de chacun des composants puis enregistré sous la forme d'un système de mesure.

Le logiciel dispose en outre d'un fonction Quasi-crête et Moyenne. La mesure est ici effectuée pendant 1 seconde en mode excursion nulle à une fréquence donnée, les valeurs sont collectées et la moyenne est ensuite calculée. Les résultats de la mesure de quasi-crête sont déterminés à l'aide d'un filtre numérique dans un calcul ultérieur.

Le logiciel peut être configuré de la manière suivante :

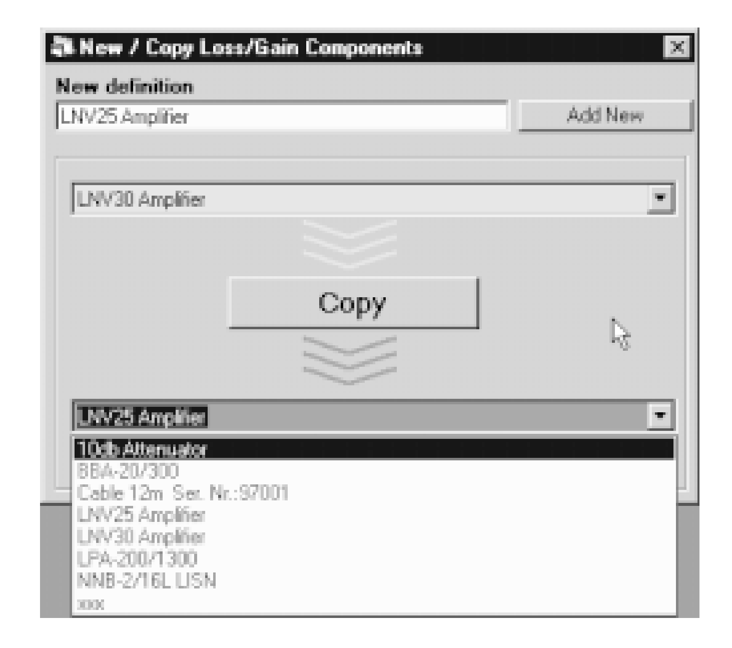
1. Il faut indiquer au système la réponse en fréquence de chacun des composants. Il est possible de créer autant de composants qu'on le souhaite, mais ils doivent porter des noms différents.
2. Les composants utilisés sont représentés sous la forme d'un système de mesure et enregistrés sous un nom significatif, par exemple Réseau fictif. Une configuration peut regrouper un maximum de 5 composants, ce qui est suffisant dans un cas normal. Tous les composants non utilisés sont remplacés par un câble idéal qui ne possède ni atténuation ni amplification, quelle que soit la fréquence. Il est possible de créer autant de configuration qu'on le souhaite, mais chacun doit porter un nom différent.
3. La norme préconise le respect de différentes valeurs limites. Pour pouvoir les afficher, il faut préalablement les définir. Il est possible de définir autant de valeurs limites qu'on le souhaite, mais celles-ci doivent porter des noms différents et il n'est possible d'en afficher que 2 simultanément.
4. Les lignes des valeurs limites et la configuration peuvent à présent être enregistrées sous la forme d'un Test CEM (EMC-Test). Il ne reste plus qu'à préciser la fréquence de départ, la fréquence finale, la bande passante, l'atténuation et la méthode de mesure à employer.

Après avoir procédé à ce paramétrage de base, les conditions sont maintenant remplies pour effectuer un test CEM de manière quasi-automatique.

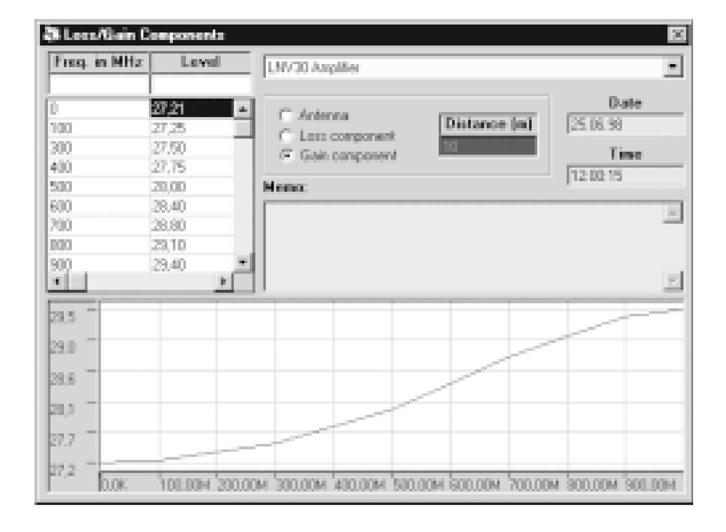
Définition de nouveaux composants

Pour créer un nouveau composant, cliquer sur **Data, New/Copy, Loss/Gain-Components**. La fenêtre du même nom s'affiche alors.

Saisir la description du nouveau composant dans le champ du haut ; celle-ci comporte un maximum de 80 caractères, les espaces sont autorisés. Les saisies au clavier doivent être validées avec la touche **Entrée**. Cliquer ensuite sur **Add New** pour enregistrer le nouveau composant dans la base de données.



Les données d'un composant existant peuvent être copiées dans le nouveau composant à l'aide de la fonction **Copy**. Cette méthode est recommandée s'il n'existe que peu de différence entre les deux composants. L'étape suivante consiste, par exemple, à définir la réponse en fréquence d'un composant. Pour ce faire, cliquer sur **View Limitdefinition** ou, en variante, refermer la fenêtre et cliquer sur **Data, Edit, Loss/Gain-Components**. La fenêtre suivante apparaît alors :



Il faut tout d'abord sélectionner le type de composant. Il peut s'agir d'une antenne (Antenna), d'un atténuateur (Loss component) ou d'un amplificateur (Gain component).

Lors de la sélection d'une antenne, il faut tenir compte du fait que la réponse en fréquence s'applique à une distance de mesure donnée. Cette distance doit être saisie en mètres dans le champ **Distance (m)**.

Vous pouvez à présent saisir la fréquence dans le champ **Freq. in MHz** et le facteur de correction correspondant (en dB) dans le champ **Level**. Appuyez ensuite sur Entrée pour valider les valeurs saisies et les enregistrer dans le tableau. L'ordre de saisie n'a aucune importance, le tri s'effectue automatiquement dans l'ordre croissant des fréquences.

Si vous avez commis une erreur de saisie, cliquez sur l'élément erroné dans le tableau puis appuyez sur la touche Suppr pour l'effacer. L'élément est supprimé, le tableau est retrié et le graphique est redessiné.

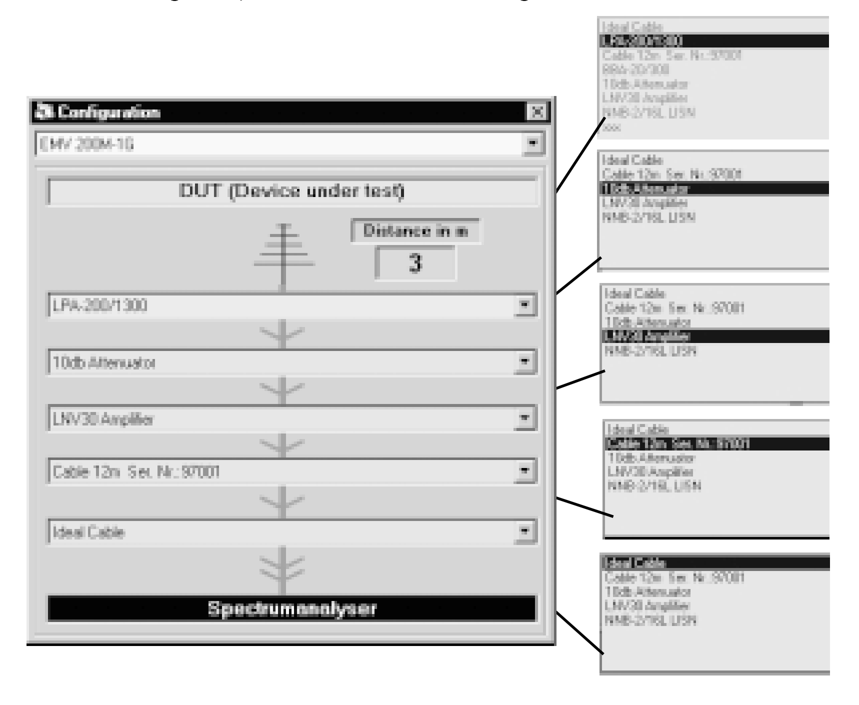
Après avoir saisi tous les paramètres, vous avez encore la possibilité de saisir des informations supplémentaires dans le champ **Memo**, par exemple la date du dernier calibrage, le nom de l'opérateur ou un commentaire quelconque.

Vous pouvez ainsi déclarer dans le système tous les composants que vous utiliserez et veiller à ce que les calculs soient effectués en conséquence.

Création d’une configuration

Sous le terme Configuration, il faut comprendre un regroupement de plusieurs composants en un système de mesure homogène.

Pour créer une nouvelle configuration, cliquez sur **Data, Edit, Config**, ce qui ouvre la fenêtre **Configuration**.



Le tracé du signal est simulé dans cette fenêtre, celui-ci se déplace de l’équipement à tester vers l’analyseur de spectre.

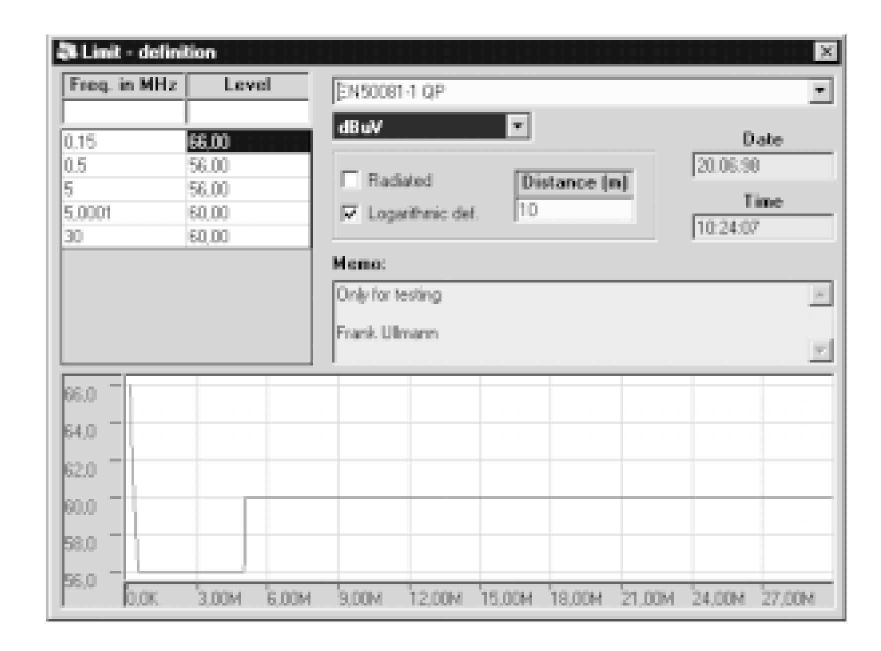
Si votre configuration comporte une antenne, vous devez saisir celle-ci dans le 1er champ (le plus en haut), car c’est celui qui est le plus proche de l’équipement à tester. Les antennes doivent toujours et seulement être saisies dans le 1er champ. Logiquement, une configuration ne peut comporter qu’une seule antenne. Les éléments suivants sont saisi à la suite, par exemple :

Atténuateurs, amplificateurs et câbles. Le câble idéal doit être saisi dans tous les champs non utilisés. Le câble idéal ne présente ni atténuation ni amplification et n'a donc aucune influence sur la mesure.

Définition des lignes des valeurs limites

Pour créer une nouvelle ligne des valeurs limites, cliquez sur **Data, Edit, Limitdefinition**, ce qui ouvre la fenêtre **Limit definition**. Commencez par sélectionner l'unité dans laquelle sont définies les limites. S'il s'agit d'une unité de grandeurs rayonnées, sélectionnez le champ **Radiated** et précisez la distance pour laquelle s'appliquent ces valeurs limites.

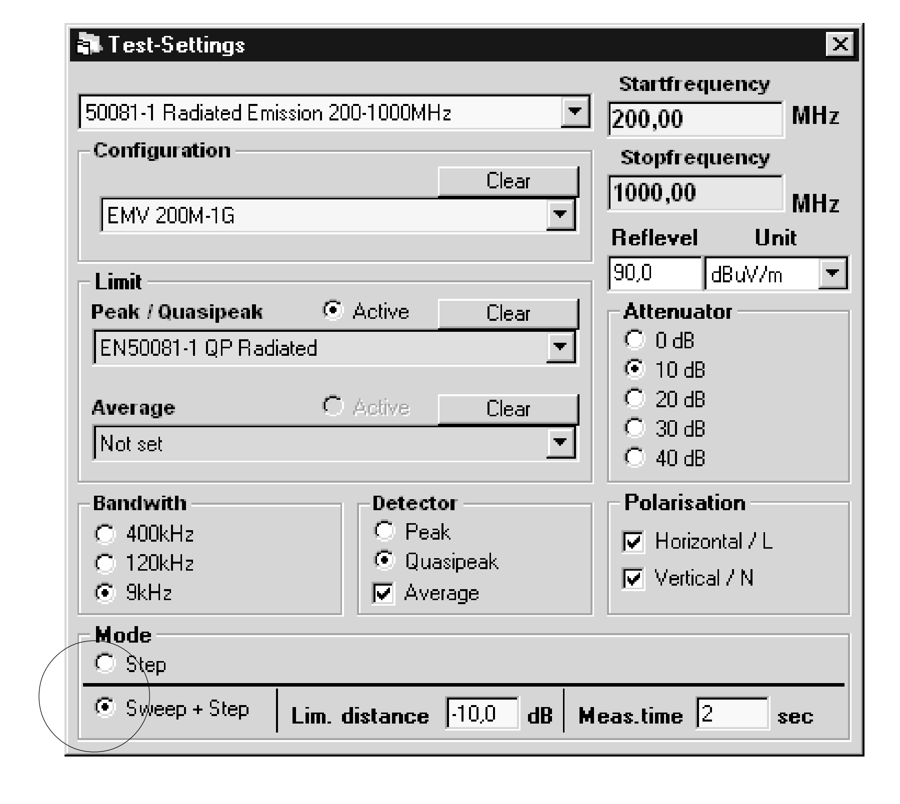
Si la valeur limite doit augmenter ou chuter en fonction du logarithme de la fréquence, sélectionnez l'option **Logarithmic def.** et saisissez ensuite les fréquences et les niveaux. Vous pouvez également saisir un commentaire dans le champ **Memo**.



Création d'un test

Pour créer un nouveau test, cliquez sur **Data, Edit, EMC-Test**, ce qui ouvre la fenêtre **Test Settings**.

Commencez par sélectionner la configuration correspondante et les valeurs limites puis saisissez la fréquence de départ et la fréquence finale. L'appareil de mesure commencera son test par la fréquence de départ et sa bande passante sera ensuite décalée jusqu'à atteindre la valeur finale. Les paramètres Reflevel (niveau de référence) et Unit (unité) sont également vitaux. Veillez à ne pas dépasser les limites de l'appareil de mesure et sélectionnez un atténuateur en conséquence. Choisissez ensuite la bande passante et le détecteur correspondant.



Vous avez encore la possibilité de préciser la polarisation. Si vous choisissez horizontal et vertical, la mesure commence par le plan

horizontal et ensuite le plan vertical. Les deux mesures sont ensuite comparées et seule la valeur maximale est prise en compte.

Il s'agit ensuite de choisir le mode de mesure.

Step :

Dans ce mode, la mesure est effectuée pendant 1 seconde à chaque fréquence (excursion nulle). La première mesure commence à la fréquence de départ, puis la fréquence mesurée est ensuite augmentée de la valeur de la bande passante (Bandwidth) et la mesure est répétée jusqu'à ce que la fréquence finale soit atteinte. À la durée de mesure de 1 seconde viennent encore se rajouter la durée de la transmission des données et le temps nécessaire au calcul, ce qui donne une durée comprise entre 1,5 et 2 secondes même avec une ordinateur rapide. L'avantage de cette méthode réside dans une mesure plus précise sur toute la plage ; mais il faut se contenter d'un temps de mesure long.

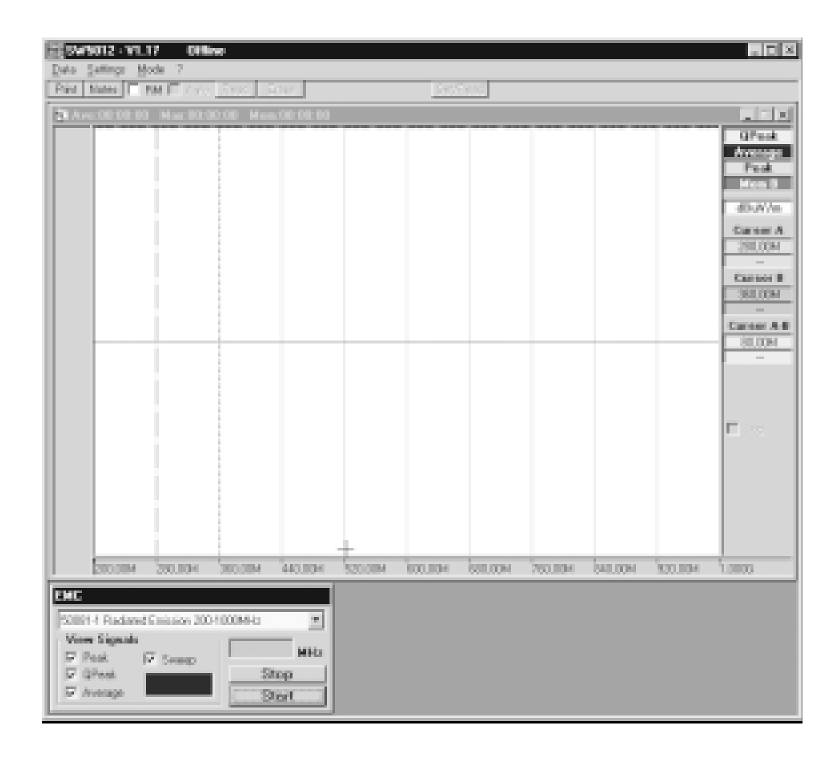
Sweep + Step :

Dans ce mode, c'est l'excursion la plus longue qui est choisie en fonction de la bande passante. La détection de la valeur crête décale ici la fréquence centrale entre la fréquence de départ et la fréquence finale jusqu'à ce que toute la plage ait été couverte (Sweep). L'acquisition à chaque fréquence centrale est effectuée pendant la durée indiquée dans le champ **Meas. Time** (en secondes). Le logiciel vérifie ensuite si le niveau mesuré a dépassé la valeur " **Lim. distance** " pour une fréquence donnée. Si c'est le cas, la mesure est répétée individuellement à chacune des fréquences ainsi déterminées (Step), là aussi pendant 1 seconde pour chaque fréquence. Cette méthode présente pour avantage d'être relativement rapide, mais la mesure n'est répétée qu'aux fréquences qui se sont rapprochées des limites fixées.

Exécution des tests CEM

Pour pouvoir effectuer de tests de CEM, il faut mettre le logiciel en mode CEM (EMC). Cliquez sur **Mode, EMC**, ce qui ouvre la fenêtre EMC.

Dans la fenêtre EMC, sélectionnez le test CEM correspondant puis lancez-le en cliquant sur **Start**. Saisissez le nom du fichier à



l'invitation du logiciel en n'oubliant pas que celui-ci est soumis aux restrictions du système d'exploitation. La mesure sera enregistrée sous ce nom. Il s'agit d'un fichier externe qui ne fait pas partie de la base de données. Des instructions apparaissent ensuite à l'écran, celles-ci pouvant différer suivant le test à effectuer. Les champs Peak, Qpeak, Average, Sweep n'ont aucune influence sur la mesure, ils déterminent uniquement ce qui sera affiché à l'écran. La mesure sera effectuée pour les paramètres définis pour le test.

En mode Step, le rafraîchissement de l'affichage est effectué toutes les 50 étapes de mesure, alors qu'en mode Sweep celui-ci n'a lieu qu'à la fin du balayage.

Vous pouvez interrompre la mesure à tout moment en cliquant sur **Stop**. Il est possible que le système ne réagisse pas tout de suite à cette commande, mais un seul clic sur le bouton Stop est généralement suffisant. N'oubliez cependant pas qu'il sera impossible de reprendre la mesure à un moment ultérieur, les mesures interrompues pourront toutefois être enregistrées, consultées et imprimées tout à fait normalement.



Instruments

Oscilloscopes

Multimeters

Counters

Frequency Synthesizers

Generators

R- and LC-Meters

Spectrum Analyzers

Power Supplies

Curve Tracers

Time Standards

Printed in Germany

42 - 5014 - 00F0

Germany

HAMEG Service
Kelsterbacher Str. 15-19
60528 FRANKFURT am Main
Tel. (069) 67805 - 24 -15
Telefax (069) 67805 - 31
E-mail: service@hameg.de

HAMEG GmbH
Industriestraße 6
63533 Mainhausen
Tel. (06182) 8909 - 0
Telefax (06182) 8909 - 30
E-mail: sales@hameg.de

France

HAMEG S.a.r.l
5-9, av. de la République
94800-VILLEJUIF
Tél. (1) 4677 8151
Telefax (1) 4726 3544
E-mail: hamegcom@magic.fr

Spain

HAMEG S.L.
Villarroel 172-174
08036 BARCELONA
Teléf. (93)4301597
Telefax (93)321220
E-mail: email@hameg.es

Great Britain

HAMEG LTD
74-78 Collingdon Street
LUTON Bedfordshire LU1 1RX
Phone (01582) 413174
Telefax (01582) 456416
E-mail: sales@hameg.co.uk

United States of America

HAMEG, Inc.
266 East Meadow Avenue
EAST MEADOW, NY 11554
Phone (516) 794 4080
Toll-free (800) 247 1241
Telefax (516) 794 1855
E-mail: hamegny@aol.com

Hongkong

HAMEG LTD
Flat B, 7/F,
Wing Hing Ind. Bldg.,
499 Castle Peak Road,
Lai Chi Kok, Kowloon
Phone (852) 2 793 0218
Telefax (852) 2 763 5236
E-mail: hameghk@netvigator.com